ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

ZWEIUNDZWANZIGSTER BAND

MIT 191 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW 11, Hedemannstraße 28 u. 29
1936

ALLE RECHTE, AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN · PRINTED IN GERMANY
DRUCK VON HERMANN BEYER & SÖHNE (BEYER & MANN) IN LANGENSALZA

Inhaltsverzeichnis zum zweiundzwanzigsten Band.

I. Originalaufsätze.

Seite

Arnim, Frhr. v., Zur Kenntnis der Temperaturabhängigkeit der Nonne *(Lymantria monacha* L.). (Vitale Zone, Aktivitätsschwellen usw. der Entwicklungsstadien.) (Mit 2 Abbildungen.) 533

de Buck, Dr. A., Beitrag zur Rassenfrage bei *Culex pipiens* 242

Dingler, Max, Die Bekämpfung der tierischen Spargelschädlinge. (Mit 10 Abb.) 295

Eckstein, Fritz, Zur Kenntnis des Rübenrüsselkäfers (*Bothynoderes punctiventris* Germ.) in der Türkei. (Mit 19 Abbildungen.) 463

Eckstein, Karl, Der schwarze Fichtenbastkäfer, *Hylastes cunicularius* Er. . . 643

Eidmann, H., Zur Kenntnis der Blattschneiderameise *Atta sexdens* L., insbesondere ihrer Ökologie. (Mit 45 Abbildungen.) Teil I 185

Eidmann, H., Zur Kenntnis der Blattschneiderameise *Atta sexdens* L., insbesondere ihrer Ökologie. (Mit 45 Abbildungen.) Teil II 385

Gasow, Dr. H., Beitrag zur Bekämpfung der Kohlfliege (*Phorbia brassicae* Bché.) durch flüssige und streufähige Mittel. (Mit 3 Abbildungen.) 118

Germar, B., Versuche zur Bekämpfung des Kornkäfers mit Staubmitteln. (Mit 9 Abb.) 603

Gößwald, Karl, Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf die Entwicklung von *Diprion (Lophyrus) pini* L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels. (Mit 7 Abbildungen.) 331

Gößwald, Karl, Zur Frage nach der Abhängigkeit der Entwicklung des Kiefernschwärmers *Sphinx pinastri* L. von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. (Mit 1 Abb.) 521

Herford, G. M., Observations on the Biology of *Bruchus obtectus* Say, with Special Reference to the Nutritional Factors. (With 3 diagrams and 2 illustrations.) . 26

Hsin (Hsin Chu-Sieh), C. S., Beiträge zur Naturgeschichte der Blattwespen. (Mit 18 Abbildungen und 5 Diagrammen.) 253

Kozhantschikow, I. W., Zur Frage nach dem Temperaturoptimum des Lebens. V. Über die Beziehung der Entwicklungsgeschwindigkeit zum vitalen Optimum bei Insekten 452

Nieschulz, Dr. Otto, Über die Verbreitung von Tabaniden in Niederländisch-Indien und ihre wirtschaftliche Bedeutung 131

Pfeffer, A., Die Borkenkäfer und ihre Standpflanzen. (Bemerkungen und Nachträge zu dem gleichnamigen Aufsatz von Kleine.) 157

Puster, Vorratspflege in Maikäferrevieren 51

Puzanova-Malysheva, E. W., *Syntomaspis eurytomae* nov. sp., eine Chalcide mit gemischter Ernährung im Larvenstadium. (Mit 8 Abbildungen.) 631

Rudnew, D. F., Der große Eichenbock, *Cerambyx cerdo* L., seine Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung. (Mit 14 Abbildungen und 3 Kurventafeln.) 61

Schedl, K. E., Die Organisation des entomologischen Dienstes in Kanada . . . 143

Schimitschek, Erwin, Ergebnisse von Parasitenzuchten 558

Seite

Schimitschek, Erwin, Das Massenauftreten des Tannentriebwicklers *Cacoecia murinana* Hb. in Niederösterreich 1929—1934. (Mit 16 Abbildungen.) . . . 565
Schmalfuß, Hans, Empfindlichkeit der Blattschneiderameise, *Atta sexdens* L., gegen Giftgase. (Mit 3 Abbildungen.) 437
Tuleschkov, Kristo, Über Ursachen der Überwinterung der *Lymantria dispar*, *L. monacha* und anderer Lymantriiden im Eistadium. (Mit 11 Abbildungen.) 97
Voûte, A. D., Die Eientwicklung der Mehlmotte, *Ephestia Kühniella* Zell., bei konstanten und schwankenden Temperaturen. Teil I. (Mit 10 Abbildungen.) . 1
Voûte, A. D., Die Eientwicklung der Mehlmotte, *Ephestia Kühniella* Zell., bei konstanten und schwankenden Temperaturen. Teil II. 165

II. Kleine Mitteilungen.

Ein Beitrag zum Studium des Ulmensterbens in der Tschechoslowakei 508
Über die beiden Nadelholzwickler *Epiblema tedella* Cl. und *proximana* Hw. . . 510
Parasitenzuchten der Staatlichen Versuchsanstalt für Forstschutz in Prag 511

III. Personalia.

Dr. Dr. h. c. Arthur Georgi 70 Jahre! 163
W. M. Wheeler zum 70. Geburtstag. Von H. Eidmann, Hann.-Münden 514
William Baer 17. April 1867 bis 16. September 1934. Von Zwölfer, München . 516

IV. Referate.

Einzelreferate 161, 517, 653

V. Neue Literatur.

Eingesandte Literatur 659
Berichtigung 164, 520
Autorenregister 672
Sachregister 676

Band XXII, Heft 1.

Originalaufsätze.

Die Eientwicklung der Mehlmotte, Ephestia Kühniella Zell., bei konstanten und schwankenden Temperaturen.

Teil I.

Von

A. D. Voûte.[1])

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München.)

(Mit 10 Abbildungen.)

Vorbemerkungen.

Während meines Aufenthaltes in München im Winter 1933/34 bot sich mir, dank dem liebenswürdigen Entgegenkommen von Herrn Geheimrat Escherich, Gelegenheit, in seinem Institut Versuche über den Einfluß schwankender Temperaturen auf die Entwicklungsgeschwindigkeit von Insekten durchzuführen. Da für die Arbeit nur die Wintermonate zur Verfügung standen, war naturgemäß die Zahl der als Versuchstiere in Betracht kommenden Arten stark und im wesentlichen auf Vorratsschädlinge beschränkt, unter denen wiederum die Mehlmotte, *Ephestia Kühniella* Zell., für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung am geeignetsten schien.

Von den verschiedenen Entwicklungsstadien dieser Art sind besonders die Eier durch einfache Einrichtungen leicht und in großen Mengen erhältlich. Auch ist ihre Entwicklung bei konstanten Temperaturen bereits durch Janisch (11) studiert worden und selbst über ihr Verhalten unter Schwankungen der Temperatur in einem begrenzten Bereich lagen bereits Beobachtungen von Hase (9) vor.

Die Entwicklungsdauerabhängigkeit des Mehlmotteneies bei konstanten Temperaturen hatte Janisch als Kettenlinie interpretiert. Immerhin mußte damit gerechnet werden, daß die von mir als Versuchsmaterial benutzte Population in ihrem Verhalten von der des genannten Autors abwich. So wurden zunächst nur einige orientierende Versuche in dieser Richtung mit konstanten Temperaturen ausgeführt. Dabei ergab sich ein grundsätzlicher Unterschied zwischen meinen

[1]) Jetzt Batavia (Java).

Ergebnissen und denjenigen Janischs, der zur Vermutung drängte, daß sie durch die von mir angewandte besondere Methode verursacht seien. So war es schließlich notwendig, auch das Verhalten des Mehlmotteneies bei konstanten Temperaturen nochmals eingehender zu untersuchen. Diese Befunde sind im ersten Teil der Arbeit niedergelegt, während der zweite sich mit dem Verhalten des Eies bei schwankenden Temperaturen beschäftigt.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Geheimrat Escherich für die Gastfreundschaft, die ich in seinem Institut erfahren habe, wärmstens zu danken. Besonderen Dank schulde ich ferner Herrn Privatdozent Dr. Zwölfer für seine technische Hilfe und Beratung, für die Überlassung seines Thermostaten und endlich für seine Unterstützung bei der Übersetzung dieses Manuskriptes. —

Zur Literatur. — Es ist nicht meine Absicht, an dieser Stelle eine Übersicht der ganzen einschlägigen Literatur zu geben, die sich bereits in vorbildlicher Weise bei Uvarov (23, 24) findet. Hier sei lediglich kurz auf einige in der Literatur erörterte Fragen eingegangen, auf die späterhin Bezug genommen werden wird.

Was zunächst die Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit anbetrifft, so wurde ursprünglich von den meisten Untersuchern — so Sanderson (20), Pearis (18), Blunck (1) u. a. — angenommen, daß die Entwicklungsdauer graphisch als Hyperbel darstellbar ist, die Entwicklungsgeschwindigkeit mithin durch eine Gerade repräsentiert wird. Im Gegensatz hierzu zeigte Janisch (11), daß die Kurve der Entwicklungsdauer besser durch die Gleichung einer Kettenlinie ausgedrückt wird, die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve demnach als Reziproke der Kettenlinie annähernd S-förmig dargestellt werden kann. Im Prinzip ist letzteres vor Janisch auch schon durch Shelford (21, 22) geschehen, der sich allerdings auf eine rein graphische Darstellung der Geschwindigkeitskurve beschränkte, ohne zu versuchen, die Temperaturabhängigkeit von Entwicklungsdauer und -geschwindigkeit mathematisch zu formulieren.

Von Janisch ist weiterhin die Ansicht aufgestellt und verfochten worden, daß Entwicklungsgeschwindigkeit, Überlebensfähigkeit usw. bei ein und derselben Temperatur ihr Optimum haben. Von anderer Seite (Bodenheimer [3, 4] u. a.) wird dies in Abrede gestellt. Daß Janischs Auffassung zum mindesten für die Mehlmotte unrichtig ist, und deshalb auch nicht verallgemeinert werden kann, geht aus den Untersuchungen von Payne (17) hervor, deren Versuchstiere sich bei 32 °C am schnellsten entwickelten, während bei 27 °C die größte Eizahl pro Weibchen produziert wurde. Weitere sehr interessante Beiträge zu Klärung dieser Frage bringen die neuesten Untersuchungen Kozhantschikovs (14), der den Einfluß der Temperatur auf eine Reihe physiologischer Teilvorgänge — wie Herzschlagfrequenz, Atmungsintensität usw. — untersuchte. Auf seine Ergebnisse wird später noch zurückgekommen.

Was endlich die Entwicklung der Mehlmotte anlangt, so ist sie von zahlreichen Autoren beschrieben worden. Janisch äußert sich speziell über die Eientwicklung unter verschiedenen konstanten Temperaturen, welche Relation er — wie schon erwähnt — durch die Kettenlinie darstellt. Hase (9) bestätigt im wesentlichen die Janischschen Ergebnisse, obwohl er im einzelnen andere Werte für die Entwicklungsdauer unter verschiedenen Temperaturen fand. Payne (17) gibt für die Gesamtentwicklung der Mehlmotte eine Serie von Daten, welche graphisch dargestellt keiner Kettenlinie entsprechen. Ich werde hierauf noch zurückkommen. Kühn und Henke (15) studierten die Mehlmotte, insbesondere in genetischer Hinsicht. Besonders bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß sie ihr Versuchsmaterial nicht durch längere Zeiträume hindurch bei 26 ° C weiterzüchten konnten. Nach einigen Generationen mußten die Tiere immer weiter einer Temperatur von 18 ° C ausgesetzt werden, um das Aussterben der Kolonie zu verhindern.

Material und Methode.

Die Versuchstiere entstammten einer Dauerzucht, die seit rund einem Jahr im Institut für angewandte Zoologie unterhalten wurde.[1]) Zur Erzielung der für die Versuche erforderlichen Eimengen wurden täglich nachmittags 5 Uhr die jungen Falter der Kolonie entnommen, nachdem sie zuvor in dem Zuchtgefäß kopuliert hatten, und nach Hases Verfahren in Petrischalen gesetzt, in die Streifen schwarzen, gefalteten Papiers eingelegt waren. Anschließend gelangten diese Petrischalen für gewisse Versuchszwecke in verschiedene Thermostatenzellen.

Jeweils am folgenden Morgen wurden die in der Nacht abgelegten Eier, die demnach im Durchschnitt 1/2 Tag alt waren, durch leichtes Abstreifen mit einem Pinsel vom Papier gesammelt und sofort für die verschiedenen Versuche verwendet. Einzelne Eier, die fest an der Unterlage hafteten (was besonders bei Eiablagen an den Glaswänden der Petrischalen gelegentlich der Fall war), vernichtete ich, da sie beim Abstreifen durch Druck usw. mehr oder weniger beschädigt wurden. Ihre Mitbenutzung für Versuchszwecke hätte bei späterer Bestimmung der Mortalität eine Fehlerquelle ergeben.

Alle Eier, die für ein und dieselbe Versuchsserie Verwendung finden sollten, wurden vor Benutzung erst gründlich gemischt, um zu verhindern, daß für eine Beobachtung nur die Eier des einen Falters, für eine zweite nur jene eines anderen Individuums als Grundlage dienten. Auf diese Weise sollten individuelle Unterschiede der Nachkommenschaft der einzelnen Falter unserer Population nach Möglichkeit ausgeschaltet werden. Anschließend wurden die Eier auf kleine Streifen schwarzen Papiers gelegt und in die von Zwölfer (25) konstruierten und mit feuchtem NaCl beschickten Hygrostatenschalen verbracht. Neben die Papierstreifen mit Eiern wurden in die Schalen einige Haferflocken eingelegt, die den jungen Raupen nach dem Ausschlüpfen sofort als Nahrung zur Verfügung standen. Unterbleibt dies, dann vergreifen sich die geschlüpften Jungraupen meistens an den noch nicht geschlüpften, wodurch die Versuche für Mortalitätsbestimmungen, aber auch für die Berechnung der Entwicklungsdauer unzuverlässige Werte ergeben.

---

[1]) Ihr Ausgangsmaterial ist ursprünglich von der Degesch, Frankfurt a. M., dem Institut überlassen worden, wofür dieser Firma auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

Zur Regulierung der Temperatur diente während der ganzen Dauer der Untersuchung der von Zwölfer (25) näher beschriebene Brückenthermostat, und zwar in einem Bereich von 3,5 °C bis zu 35 °C. Da die Temperaturen der Thermostatenzellen nicht ganz unabhängig von der Zimmertemperatur sind, und namentlich dann Schwankungen zeigen, wenn der Unterbringungsraum des Thermostaten vorübergehend nicht geheizt war, wurden die Versuchstemperaturen jeden Morgen kontrolliert und die Versuchsschalen erforderlichenfalls in die entsprechenden Temperaturstufen überführt. So gelang es die Temperaturschwankungen, denen die einzelnen Versuche ausgesetzt waren, in ganz minimalen Grenzen zu halten.

Die Zahl der für einen Versuch bestimmten Eier wurden zum Teil sofort vor Versuchsbeginn ermittelt. In einigen Fällen jedoch erwies es sich als zweckmäßiger, diese Zählung erst beim Beginn des Schlüpfens der ersten Räupchen auszuführen. Letzteres war besonders dann erforderlich, wenn die Versuchstemperatur erheblich von der Zimmertemperatur (unter der die Zählung notwendigerweise erfolgen mußte) abwich, und wenn befürchtet werden mußte, daß die Eier beim Zählen stark abkühlen würden, was zu Fehlresultaten hätte führen können. Eine vorübergehende Abkühlung zu Beginn des Schlüpfens der Eier hat demgegenüber keinen großen Einfluß auf das Endergebnis.

Das Versuchseimaterial wurde einmal täglich durchgesehen. Da man mit einer gewissen Übung in der Regel leicht erkennen kann, welche Eier in den folgenden 12 Stunden schlüpfen werden, ließ sich auf diese Weise eine Genauigkeit in der Bestimmung der Entwicklungsdauer von $^1/_2$ Tag erzielen. Eine zweimalige tägliche Kontrolle wurde absichtlich vermieden, um störende Temperatureinflüsse beim Einstellen und Herausnehmen der Versuchsschalen aus dem Thermostaten möglichst auszuschalten.

Als Fehlerquellen des angewandten Verfahrens kommen folgende Möglichkeiten in Frage:

1. Die jungen soeben geschlüpften Raupen pflegen die Eischalen zuweilen mehr oder minder weit fortzuschleppen, so daß es manchmal schwierig ist, sie wieder sämtlich aufzufinden. Sofern die Eizahl vor Versuchsbeginn ermittelt worden war, war der resultierende Fehler nicht groß. War dagegen das Auszählen der Eier vor Versuchsbeginn aus den oben genannten Gründen nicht möglich, dann können erhebliche Fehler eintreten, wenn nicht das Auszählen spätestens mit dem ersten Beginn des Schlüpfens der Jungraupen stattfindet.

2. Die jungen Räupchen fressen, auch wenn ihnen Nahrung in Gestalt von Haferflocken zur Verfügung stand, zuweilen gern nichtgeschlüpfte Eier. Es zeigte sich aber im Laufe der Versuche, daß fast nur solche Eier gefressen werden, die sich nicht oder nur sehr wenig entwickelt hatten. Da das Schlüpfen der Eier in den einzelnen Versuchen in einem relativ kurzen Zeitraum erfolgt, scheiden demnach durch den gelegentlichen Kannibalismus nur die wenig oder nicht entwicklungsfähigen Eier aus. Für die Mortalitätsbestimmungen bedeutet das immerhin einen gewissen Fehler, der jedoch durch das Beseitigen derjenigen Räupchen nach Möglichkeit ausgeschaltet wurde, die nicht sofort nach dem Schlüpfen in die Haferflocken hineingekrochen waren.

Vorversuche.

Vor Inangriffnahme des eigentlichen Problems waren einige Vorversuche notwendig, die teils der Bestimmung des Einflusses der Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung galten, teils jenem kurz wirkender Temperaturen, wie sie bei täglicher Nachschau der Versuchsgefäße sich zwangsläufig einstellen.

Zur Bestimmung des Einflusses der Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklungsgeschwindigkeit und Mortalität der Eier wurden 65 Einzel-

versuche angesetzt, deren jeder 100 oder etwas über 100 Eier umfaßte. Diese Eier waren bei Zimmertemperatur abgelegt und jeweils am Morgen nach der Eiablage, mithin in einem Alter von rund 8 Stunden in die Hygrostatenschalen verbracht. Als Feuchtigkeitsregulatoren in den Schalen dienten folgende Salze, die in konzentrierter Lösung (breiförmig) angewandt wurden: H_2O (= 100 % rel. Luftfeuchtigkeit), KNO_3 ($\simeq$ 92 % rel. Luftfeuchtigkeit), NaCl ($\simeq$ 75 % rel. Luftfeuchtigkeit), $Ca(NO_3)_2$ ($\simeq$ 55 % rel. Luftfeuchtigkeit), $CaCl_2$ ($\simeq$ 32 % rel. Luftfeuchtigkeit), LiCl ($\simeq$ 18 % rel. Luftfeuchtigkeit) und P_2O_5 sicc. ($\simeq$ 0—5 % rel. Luftfeuchtigkeit). Es sei in diesem Zusammenhang

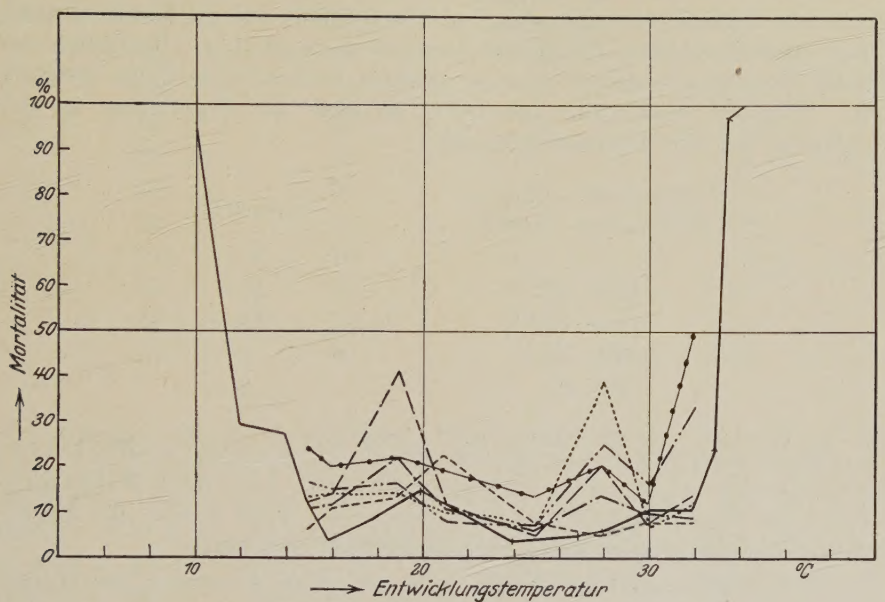


Abb. 1. Eimortalität in Prozent bei verschiedener Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit (Eiablagetemperatur = 17,5° C). Es bedeuten: — — — — = 100 % relative Luftfeuchtigkeit; — · — · — = 92 % relative Luftfeuchtigkeit; ———— = 75 % relative Luftfeuchtigkeit; — — — — = 55 % relative Luftfeuchtigkeit; ····· = 32 % relative Luftfeuchtigkeit; — · · — · · = 18 % relative Luftfeuchtigkeit; —·—·—·— = 0 % relative Luftfeuchtigkeit.

daran erinnert, daß die relativen Feuchtigkeitsgrade, soweit sie durch konzentrierte Salzlösungen geregelt werden, wie schon Zwölfer (25) u. a. angeben, etwas von der Temperatur abhängig sind.

Das Ergebnis dieser Versuchsserie läßt sich kurz dahin zusammenfassen, daß die Entwicklungsdauer und damit natürlich auch die Entwicklungsgeschwindigkeit der Mehlmotteneier von der relativen Luftfeuchtigkeit nicht beeinflußt werden. Zum mindesten gilt dies innerhalb der für die Versuche gültigen Fehlergrenze von $\pm$ 0,5 Tage.

Was den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Sterblichkeit anbetrifft, so sind die entsprechenden Daten in Abb. 1 niedergelegt. Sie zeigt, daß extrem trockene Luft die Sterblichkeit erhöht. Unter Tem-

peraturen von 13—32° zeigen hingegen Luftfeuchtigkeitsstufen zwischen rund 30—100 % keinen prinzipiellen Einfluß auf die Mortalität. Für die Hauptversuche wurde daher eine mittlere Luftfeuchtigkeit von 70—80 % gewählt, wie sie durch NaCl bei verschiedenen Temperaturen erzielt wird. An sich erwiesen sich auch Luftfeuchtigkeitsgrade von 90 und 100 % als für die Entwicklung der Motteneier günstig. Nachteilig wird jedoch hierbei, daß die als Nahrung eingelegten Haferflocken sofort verschimmeln, ebenso die nicht entwicklungsfähigen Eier, was die Beobachtung außerordentlich erschwerte.

Eine weitere Reihe der Vorversuche bezweckte den etwa vorhandenen Einfluß schwankender Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer und Mortalität des Mehlmotteneies festzustellen. Bezüglich der Entwicklungsdauer waren bemerkenswerte Unterschiede nicht feststellbar. Was die Mortalität anbetrifft, so sind die Ergebnisse in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tägliche Luftfeuchtigkeitsschwankungen (extrem) %	Mortalität %
100—30	17
100—52	37
100—70	9
91—52	3

Es hat hiernach den Anschein, als ob alternierende Luftfeuchtigkeitsgrade einen Einfluß auf die Mortalität des Mehlmotteneies besizen, doch lassen die Ergebnisse einstweilen keine klare Gesetzmäßigkeit erkennen. —

Eine zweite wichtige Frage war vor dem Ansetzen der Hauptversuche zu lösen: Da bei der täglichen Kontrolle der einzelnen Versuche diese dem Thermostaten kurze Zeit entnommen werden mußten, und damit vorübergehende Temperaturänderungen erfuhren, galt es zunächst festzustellen, ob und inwieweit kurzdauernder Aufenthalt in anderen Temperaturen die Entwicklungsdauer des Mehlmotteneies beeinflussen kann.

Hierzu wurden zunächst mehrere Portionen in ein und derselben Nacht bei Zimmertemperatur abgelegter Eier in eine bestimmte Thermostatentemperatur verbracht. Während weiterhin ein Kontrollversuch dieser Reihe dauernd derselben Temperatur exponiert blieb, wurden die anderen täglich 1/4 Stunde, 1 Stunde oder 1 1/2 Stunden lang in eine andere Temperatur verbracht und anschließend wieder in die Ausgangstemperatur überführt. Um den kurz wirkenden Temperaturwechsel so intensiv wie möglich zu gestalten, wurden dabei die Versuchseier mitsamt dem schwarzen Unterlagspapier der eigentlichen Versuchsschale entnommen und in eine andere Schale gesetzt, welche schon die Temperatur der neuen Umgebung besaß.

Die Resultate dieser Beobachtungen habe ich in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Ihr ist zu entnehmen, daß die Entwicklungsdauer des Mehlmotteneies nicht beeinflußt wird durch eine kurzfristige tägliche Temperaturänderung von 1/4 Stunde Dauer. Wahrscheinlich genügt diese Zeitspanne nicht, um die Temperatur der Eier selbst von Grund aus zu ändern. Wird hingegen der Temperaturwechsel täglich auf eine volle Stunde oder gar 1 1/2 Stunden ausgedehnt, so macht sich bereits ein Einfluß dieses Temperaturwechsels bemerkbar.

Haupttemperaturen	Täglich überführt in	Dauer des Verweilens in der Nebentemperatur	Mittlere Entwicklungsdauer
° C	° C	Stunden	Tage
20	—	—	7,2
20	10	1/4	7,2
20	28	1/4	7,2
20	34	1/4	7,2
20	30	1	6,5
20	10	1	7,9
20	30	1 1/2	6,2
20	10	1 1/2	8,1
20	28	1 1/2	6,2

Zufolge dieser vorläufigen Ergebnisse wurde bei Durchführung der Hauptversuche streng darauf geachtet, daß die Versuchseier bei der täglichen Kontrolle nicht länger als 1/4 Stunde pro Tag dem Thermostaten entnommen wurden, so daß die Beeinflussung der Entwicklungsdauer durch die tägliche Abkühlung bezw. Erwärmung bei der Kontrolle minimal gewesen sein muß.

Die Entwicklung des Eies bei konstanten Temperaturen.

(Ergebnisse der Hauptversuche I.)

Durch die vorstehenden Vorversuche ist gezeigt worden, daß bereits kurzwirkende Temperaturänderungen die Entwicklungsdauer des Mehlmotteneies beeinflussen können. Um die Entwicklungsdauer bei konstanten Temperaturen zu untersuchen, war es somit notwendig, die Eier, nicht wie gemeinhin üblich, bei Zimmertemperatur ablegen zu lassen, und dann auf die einzelnen Temperaturstufen zu verteilen. Sie mußten vielmehr bereits unter jenen Temperaturen zur Ablage gelangen, denen sie späterhin dauernd ausgesetzt werden sollten. Auf diese Weise konnte eine der grundsätzlichen Fehlerquellen eliminiert werden.

Die Ergebnisse dieser Experimente sind in der folgenden Tabelle und in Abb. 2 zusammengestellt.

Temperatar ° C	Entwicklungsdauer Tage	Entwicklungs-geschwindigkeit (Gesamtentwicklung = 100)	Mortalität %
33	3,7 ± 0,5	27,0	84
32	3,1 ± 0,2	32,3	16
30	3,3 ± 0,3	30,3	12
29	3,5 ± 0,4	28,5	33
27	3,8 ± 0,5	26,3	29
26	4,0 ± 0,0	25,0	17
25,5	4,1 ± 0,3	24,4	11
22,25	5,4 ± 0,6	18,5	16
21	6,1 ± 0,2	16,4	15
17,5	10,0	10,0	9
16	13,3 ± 0,3	7,5	7
15,5	14,0 ± 0,1	7,1	17
13	21,0 ± 0,9	4,8	14

Da unterhalb 13 ° C und ebenso oberhalb 33 ° C keine Eiablage mehr erfolgte, konnte die Entwicklungsdauer der Eier in dieser Versuchsreihe nur zwischen 13—33 ° C studiert werden. Schon bei 13 ° C

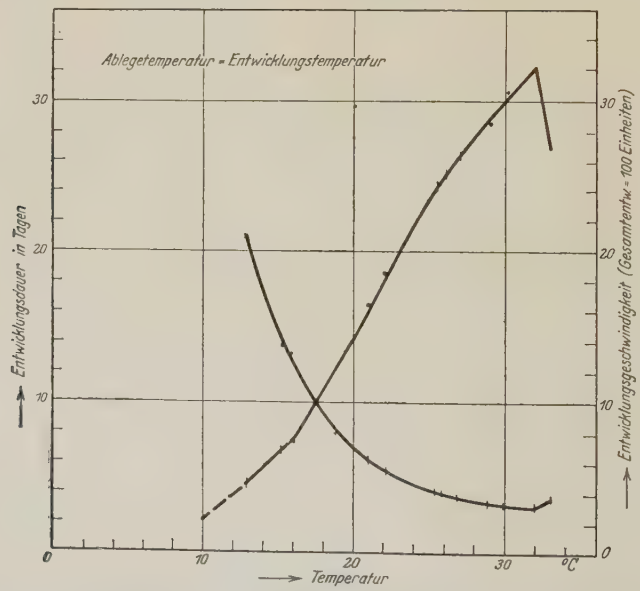


Abb. 2. Entwicklungsdauer in Tagen und Entwicklungsgeschwindigkeit in Einheiten (Gesamtentwicklung = 100 Einheiten) in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur und bei Ablage der Eier unter der jeweiligen Versuchstemperatur. (Die Punkte geben Mittelwerte und Variationsbreite an, vgl. Tabelle 3.)

war die Aktivität der Falter stark vermindert und ihre Eiproduktion blieb minimal. Bei 33 ° starben die meisten Falter sehr bald ab, auch blieb die Mehrzahl der bei dieser Temperatur abgelegten Eier taub: Die

für einen Entwicklungsbeginn kennzeichnende Gelb- oder Braunfärbung der Eier konnte bei den meisten, die unter diesen Extremtemperaturen abgelegt worden waren, nicht erzielt werden, selbst wenn die betreffenden Eier anschließend längere Zeit in günstigere Temperaturen überführt wurden. Auch von den übrigen nicht tauben Eiern aus dieser Temperaturstufe, bei denen zunächst die Anfänge der Entwicklung festzustellen waren, starb späterhin immer noch eine große Anzahl während der Entwicklung ab. Es darf daher angenommen werden, daß 33° die Grenze darstellt, bei welcher eine Entwicklung überhaupt noch möglich ist.

Unterhalb 13° legten die Falter — wie schon gesagt — keine Eier ab. Es hatte sich aber im Laufe der Versuche ergeben, daß die Entwicklung von Mehlmotteneiern an sich noch bei 10° bis zum Schlüpfen weiterläuft und selbst bei 8° noch eine Entwicklung stattfindet, die allerdings nicht ganz bis zum Schlüpfen weitergeht. Die Temperatur von 13° C kann demnach nicht als Grenztemperatur der Entwicklung angesehen werden.

Die Zahlen der Tabelle lassen erkennen, daß die Standardabweichung in den einzelnen Versuchen relativ gering blieb. Die Raupen einer Serie schlüpften fast gleichzeitig. Nur bei 13° war die Variationsbreite und Standardabweichung etwas größer. Da das Auszählen der geschlüpften Raupen in diesen Versuchen zweimal täglich erfolgte, beträgt die Genauigkeit der Standardabweichung 0,5 Tage. Die Berechnung ergab fast stets geringe Werte, so daß angenommen werden kann, daß die Abweichung bei fast allen günstigen Temperaturen annähernd gleich groß ist.

Vergleich der gefundenen Entwicklungskurve mit Kettenlinie und Hyperbel.

Die eingehenden Versuche von Janisch über die Entwicklungsdauer der Mehlmotteneier führten ihn zur Deutung der erhaltenen Kurven als „Kettenlinie". Hase, der sich nicht so eingehend mit der Materie befaßte wie Janisch, fand im einzelnen andere Daten als dieser, aber auch er gelangte bei graphischer Darstellung seiner Daten zu einer Kurve, die weitgehend an eine Kettenlinie erinnerte. Es ist möglich, daß die Unterschiede der Beobachtungsdaten von Hase und Janisch auf genetisch verschiedenartigem Versuchsmaterial beruhen.

Die sorgfältigen Untersuchungen dieser beiden Autoren ließen zunächst erwarten, daß auch die Entwicklungsdauer der Eier anderer Mehlmottenpopulationen wenigstens prinzipielle Übereinstimmung mit der Kettenlinie zeigen würde.

Abb. 2, in der die von mir erhaltenen Entwicklungsdauerdaten zusammengestellt sind, legt indessen die Vermutung nahe, daß hier keine Kettenlinie vorliegt. Das Kurvenstück zwischen 13—32° ließe sich allenfalls als solche interpretieren, wobei 32° das Optimum darstellen

würde. Oberhalb des Optimums wird auch hier die Entwicklungsdauer wieder länger. Dies geschieht indessen nicht allmählich, wie es die Kettenlinie erfordert, sondern plötzlich, fast sprunghaft und der Gesamteindruck ist vielmehr der eines Kurvenknicks.

Noch deutlicher tritt dies in Erscheinung, wenn man die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve konstruiert (Abb. 2). Die Reziproke einer Kettenlinie, die bekanntlich S-förmig verläuft, nimmt nach Erreichen des Optimums wieder mehr oder minder gleichmäßig ab (vgl. Abb. 3). Dies ist hier nicht der Fall. Das Abbiegen nach dem Optimum macht sich als Abbruch bemerkbar. Wenn die vorliegende Kurve zwischen 13 bis 32° als Teil der Reziproken einer Kettenlinie aufgefaßt wird, müßte das Optimum dieser Reziproken nicht bei 32°, sondern bei ca. 33° C oder darüber liegen, und gerade bei diesen Temperaturen wird die Entwicklungsgeschwindigkeit wieder wesentlich geringer. Nach alledem darf geschlossen werden, daß die von mir beobachtete Entwicklungsdauerkurve nicht als Kettenlinie interpretiert werden kann.

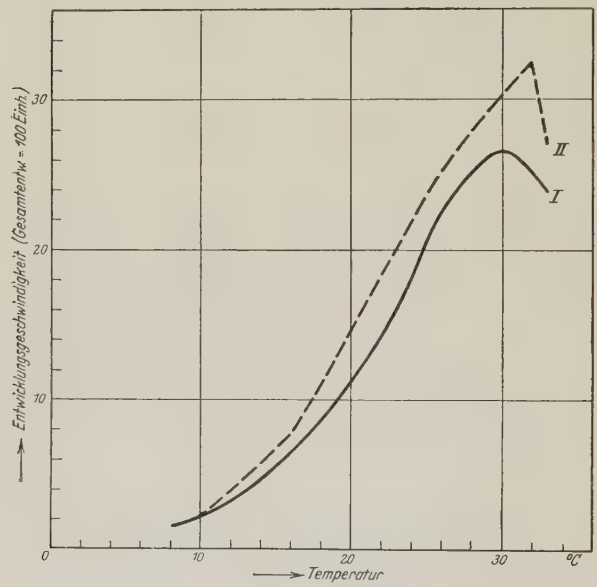


Abb. 3. Entwicklungsgeschwindigkeit der Mehlmotteneier bei verschiedenen Temperaturen. ——— = auf Grund von Janischs Versuchen; — — — auf Grund eigener Versuche (vgl. Abb. 2).

Von zahlreichen Autoren, so von Pearis (18), Blunck (1), Bodenheimer (2 ff.) u. a. wurde die Entwicklungsdauerkurve der Insekten näherungsweise als Hyperbel ausgelegt. Ihre Reziproke ist bekanntlich eine Gerade. Mit dieser stimmt die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve der vorliegenden Versuche auch innerhalb des vitalen Bereichs von 16—32° nicht völlig überein. Bei unvoreingenommener Betrachtung läßt sich diese Kurve zwischen 13 bis 32° aus 3 annähernd geraden Stücken zusammensetzen, die sich bei rund 25° C und bei ca. 16° C schneiden. Als Hyperbel läßt sich demnach die Entwicklungsdauerkurve des Mehlmotteneies ebenfalls nicht exakt darstellen.

Da die vorliegende Kurve weder durch Kettenlinie noch durch Hyperbel exakt ausgedrückt wird, ergibt sich die Frage, ob sie anderweitig mathematisch formulierbar ist.

Die mathematische Formulierung hat nur dann Sinn, wenn die Formeln für den praktischen Gebrauch bequem zu handhaben sind. Dies gilt für die Hyperbel. Mit der Kettenlinie wird das Arbeiten bereits wesentlich umständlicher. Wollte man versuchen, die neue Kurve mathematisch zu formulieren, so würde vermutlich ein derartig verwickelter mathematischer Ausdruck resultieren, daß er für praktische Zwecke nicht mehr in Frage kommt. Hier würde der Shelfordschen Methode der Vorzug zu geben sein, die die Kurven rein graphisch behandelt und auf mathematische Interpretierung mehr oder minder verzichtet. Auf die spezielle Bedeutung der letzten wird später noch zurückgekommen.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß zwischen den Entwicklungsdauerkurven von Janisch und Hase auf der einen Seite, und der meinen auf der anderen Seite prinzipielle Unterschiede bestehen. Daß sie auf das Versuchsmaterial, das verschiedenen Pupulationen entstammte, zurückzuführen sind, halte ich für ausgeschlossen. Selbst wenn eine genetisch bedingte Abweichung der Reaktionsnorm in dieser Hinsicht bei verschiedenen Mehlmottenpopulationen vorliegt, so hätte doch der Gesamtcharakter der Kurven übereinstimmen müssen. Auch durch Fehler der Versuchstechnik lassen sich die Unterschiede nach meiner Überzeugung nicht erklären. Sowohl Janisch als auch Hase gingen mit größter Sorgfalt bei ihren Arbeiten vor, und ich glaube, daß auch von mir gröbere Beobachtungsfehler nicht gemacht worden sind. So kann als Ursache des abweichenden Verhaltens nur die besondere Versuchstechnik in Frage kommen, die ich — im Gegensatz zu Janisch und Hase — anwendete: Der einzige Unterschied in unseren Versuchsmethoden findet sich in der Art der Eiablage. Während Janisch die Eier bei 18° ablegen ließ, habe ich die Falter immer in jener Temperatur die Eier ablegen lassen, in der späterhin die Entwicklung der Eier erfolgen sollte. Hase folgte der Janischschen Methode. Seine Temperatur während der Ablage des Versuchsmaterials war 18,3°.

Es ist eingangs dieses Abschnittes bereits kurz erwähnt worden, aus welchen Gründen ich von der Janischschen Versuchstechnik abwich und die Eiablage bei der späteren Versuchstemperatur vornehmen ließ. Hier sei nochmals daran erinnert, daß die bei irgendeiner Temperatur abgelegten und dann in die verschiedenen Versuchstemperaturen überführten Eier normalerweise bereits eine gewisse Entwicklung von rund 1/4—1/3 Tag durchlaufen haben, ehe sie den eigentlichen Versuchstemperaturen exponiert werden. Diese Überführung in die Versuchstemperaturen bedeutet aber bereits einen Temperaturwechsel. Wenn ein solcher verzögernd oder beschleunigend auf die Entwicklung

einwirkt, muß zum mindesten mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß schon diese erste Schwankung einen gewissen Einfluß auf die Entwicklungsdauer in dem einen oder andern Sinn ausüben wird. Auch muß man in diesem Fall — was von Janisch übersehen worden ist — für den Unterschied der Entwicklungsgeschwindigkeit bei der Anfangstemperatur eine gewisse Korrektion einsetzen. Daß eine solche notwendig ist, geht deutlich aus Abb. 2 u. 3. hervor, in welcher die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve mit und ohne Korrektion dargestellt sind.

Um festzustellen, ob der Unterschied in der Versuchstechnik in der Tat die ihm von mir beigemessene Bedeutung besitzt, wurde eine weitere Versuchsreihe durchgeführt, bei welcher ich die von Janisch benutzte Methode streng einhielt. Die Eiablage fand hier für sämtliche Einzelversuche bei 17½° C statt (die Temperatur lag also nur um ½° tiefer als jene von Janisch). In Abbildung 4 (III) ist das Ergebnis dieser Versuchsreihe dargestellt. Vergleicht man die erhaltene Kurve mit der Reziproken der Kurve Janischs, so läßt sich die prinzipielle Übereinstimmung ohne weiteres feststellen, wenn auch in Einzelheiten Abweichungen bestehen. Letztere dürften auf die verschiedenartigen Mehlmottenpopulationen zurückzuführen sein, die Janisch auf der einen und ich auf der andern Seite benutzt haben. Auch hier zeigt sich (wie bei Janisch), daß die Reziproke nach Erreichen ihres Maximalpunktes zwischen 29—30° gleichmäßig absinkt. Das plötzliche Abbrechen, wie es bei der vorhin beschriebenen Kurve festzustellen war, fehlt ganz. Diese Kurve erinnert in der Tat außerordentlich an eine Kettenlinienreziproke. Ob eine solche indessen wirklich vorliegt, möchte ich nach meinen obigen Ergebnissen bezweifeln. Die Ähnlichkeit dürfte vielmehr einer Zufälligkeit ihren Ursprung verdanken. Ich werde später noch einmal hierauf zurückzukommen haben.

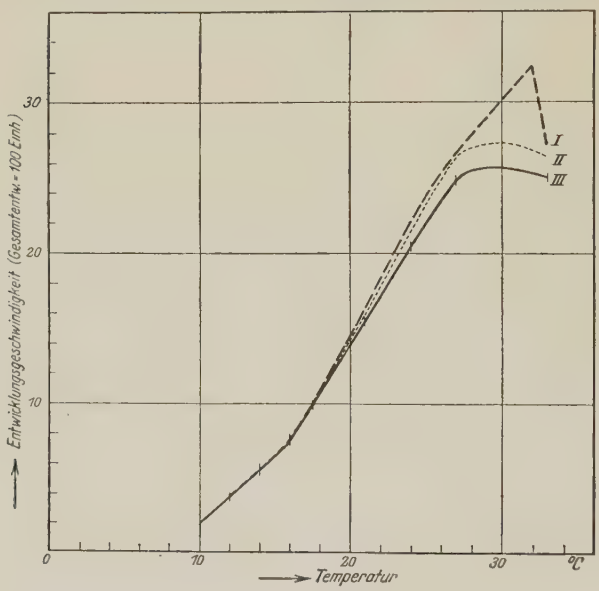


Abb. 4. Entwicklungsgeschwindigkeit der Mehlmotteneier bei verschiedenen Temperaturen. (I: Eiablagetemperatur = Entwicklungstemperatur; II: Eiablagetemperatur = 17,5° C unter Berücksichtigung der Korrektion; III: Eiablagetemperatur = 17,5° C, ohne Korrektion.)

Der Einfluß der Anfangstemperatur auf die Entwicklungsgeschwindigkeit.

Aus obigen Ausführungen geht hervor, daß jene Temperatur, unter der die Entwicklung begonnen hat, von großer Bedeutung für die Weiterentwicklung ist. Es frägt sich nun noch, in welcher Weise die Anfangstemperatur diesen Einfluß ausübt.

Zwecks Weiterverfolgung dieser Frage wurde eine größere Anzahl von Einzelversuchen bei „konstanten" Temperaturen durchgeführt, wobei jedoch die Eiablage von Versuchsbeginn an bei verschiedenen Temperaturen erfolgte, die auch von der Expositionstemperatur abwichen. Die auf Grund der erhaltenen Ergebnisse berechnete Entwicklungsgeschwindigkeit und die entsprechenden Kurven sind in Abb. 5—8 niedergelegt. In diese ist zu Vergleichszwecken auch die allgemeine Entwicklungskurve eingezeichnet, um die Unterschiede deutlicher hervortreten zu lassen.

Aus den Darstellungen geht hervor, daß eine Anfangstemperatur von 32 ° C nur Einfluß ausübt, wenn die weitere Entwicklung bei Temperaturen zwischen 16

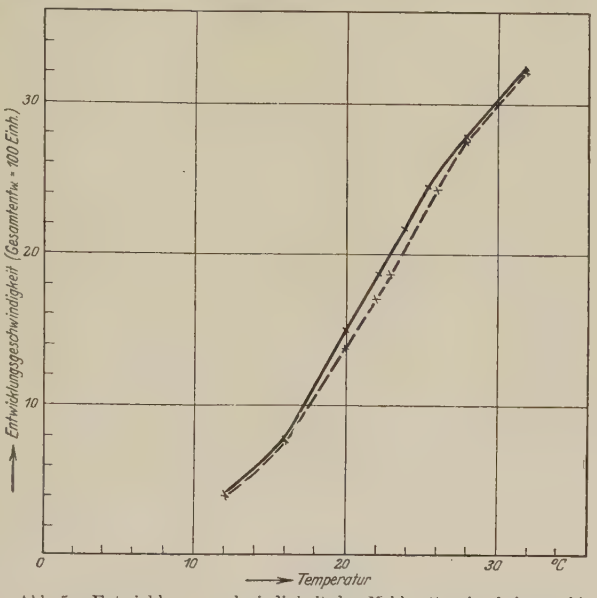


Abb. 5. Entwicklungsgeschwindigkeit der Mehlmotteneier bei verschiedenen Temperaturen. ——— = Temperatur bei Ablage der Versuchseier 28° C; ····· = Temperatur bei Ablage der Versuchseier 32° C.

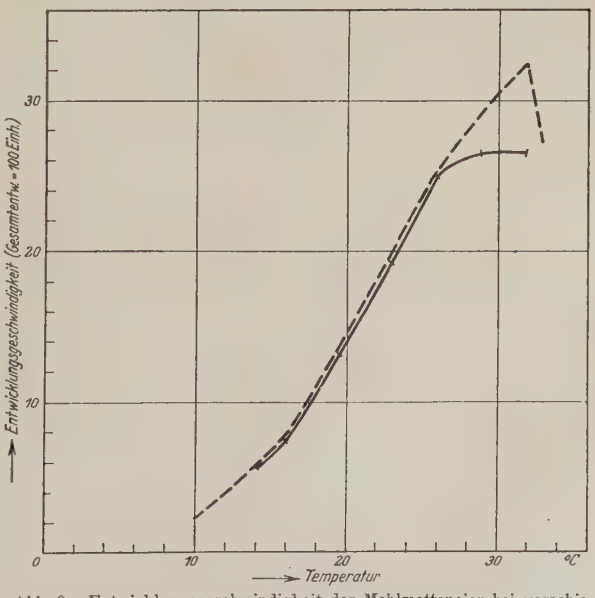


Abb. 6. Entwicklungsgeschwindigkeit der Mehlmotteneier bei verschiedenen Temperaturen. ——— = Eiablagetemperatur 26° C; ·····: Eiablagetemperatur = Versuchstemperatur.

bis 27 ° C stattfindet. Die Wirkung offenbart sich in einer ganz geringen Verzögerung der Entwicklungsgeschwindigkeit. Wird eine Eiablagetemperatur von 28 ° C mit jeder beliebigen anderen Entwicklungsdauertemperatur kombiniert, so ist weder Beschleunigung noch Verzögerung festzustellen (Abb. 5).

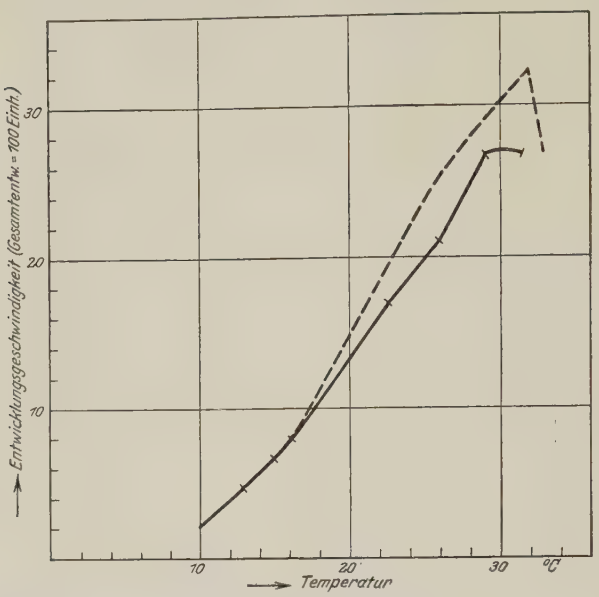


Abb. 7. Wie Abb. 6, jedoch Temperatur bei Ablage der Versuchseier = 15° C.

Eine Eiablagetemperatur zwischen 17—26 ° C (Abb. 4 u. 6) hat keinen Einfluß auf die Entwicklungsgeschwindigkeit in oder unterhalb dieses Temperaturbereichs.

Unterhalb 17 ° C (vielleicht erst unterhalb 16 ° C) hat die Anfangstemperatur eine verzögernde Wirkung auf die Entwicklung bei sehr hoher Temperatur, aber auch auf die Entwicklung bei 16—26 ° (Abb. 7). Wurden die Eier bei 33 ° abgelegt, so ist auch bei der Weiterentwicklung in hohen Temperaturen eine erhebliche Verzögerung festzustellen (Abb. 8).

Die Eiablagetemperatur dieser Versuche wirkte in den ersten 9 Stunden auf die Entwicklung der Eier ein. Natürlich wirkt sie auch schon im ersten Augenblick des Entwicklungsbeginns, der bei der Mehlmotte mit der Befruchtung des Eies zusammenfallen dürfte.

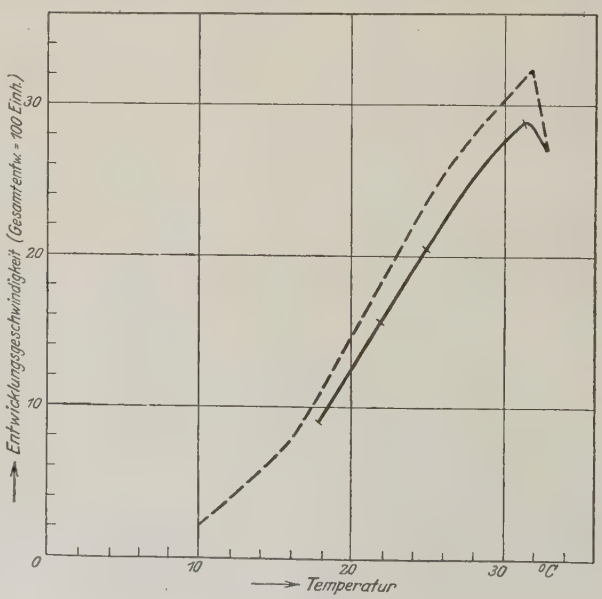


Abb. 8. Wie Abb. 6, jedoch Eiablagetemperatur 33° C.

Bei Beurteilung dieses Einflusses der Eiablagetemperatur ergeben sich 2 Möglichkeiten:

1. Die Wirkung beruht auf einer Beeinflussung der Konstitution des Eies oder

2. die 9stündige Einwirkung der anfänglichen Eiablagetemperatur macht sich späterhin in einer Verzögerung bemerkbar.

Da die Eier nach der Ablage im Durchschnitt 9 Stunden der Eiablagetemperatur ausgesetzt waren, ehe sie in die eigentliche Entwicklungstemperatur überführt wurden, ist ein Teil dieser Eier längere, ein Teil kürzere Zeit der Eiablagetemperatur ausgesetzt gewesen. Die längste Einwirkungszeit der Eiablagetemperatur währte dabei 18 Stunden, die kürzeste war annähernd gleich 0 Stunden. Im Mittel, wie gesagt, waren die Versuchseier 9 Stunden der Eiablagetemperatur ausgesetzt. Wäre die spätere Verzögerung der Entwicklungsdauer eine einfache Wirkung der Anfangstemperatur gewesen (wie das der obige Fall 2 vorsieht), so hätte sich dieser Unterschied in der Einwirkungszeit der Eiablagetemperatur späterhin beim Schlüpfen in einer ausgedehnten Variationsbreite bemerkbar machen müssen. Dies war indessen nicht der Fall. Die Eier des Einzelversuchs schlüpften vielmehr fast alle zur selben Zeit. Es dürfte mithin angenommen werden, daß durch die Eiablagetemperatur die Konstitution des Eies beeinflußt wird.

Daraus folgt, daß die Entwicklungsdauer des Eies bei „konstanter Temperatur" bedingt wird durch die Anfangskonstitution und die spätere Entwicklungstemperatur. Diese Anfangskonstitution, die natürlich genetisch bedingt ist, kann durch die Temperatur während der Eiablage geändert werden.

Daß der Beginn der Entwicklung sehr bald nach der Eiablage einsetzt, geht aus der Beobachtung hervor, daß bei 33° zahlreiche taube Eier abgelegt werden, selbst wenn die Elterntiere nur einen Tag lang dieser Temperatur ausgesetzt waren.

Mortalität.

Ähnlich wie die Entwicklung wird auch die Mortalität sowohl von der Temperatur während der Eiablage als auch von der späteren Entwicklungstemperatur beeinflußt.

In der letzten Kolonne der Tabelle S. 8 sind die Mortalitätsprozente mitgeteilt, wenn Anfangs- und Entwicklungstemperatur gleich sind. Für jede Beobachtung dienten jeweils 100 Eier und darüber. Die Prozentwerte sind dabei auf ganze Zahlen abgerundet.

Die Unterschiede der Wirkung von Eiablagetemperatur und der Temperatur während der Entwicklungsdauer gehen aus den Daten der Tabelle nicht hervor. Hingegen zeigt sich, daß der Unterschied der Mortalität zwischen 32° und 33° auffallend groß ist. Der Fall liegt ähnlich wie bei der Entwicklungsgeschwindigkeit: auch hier eine plötzlich starke, fast sprunghafte Änderung. Beides deutet auf ungünstige Verhältnisse hin.

Bei 33° wird die hohe Sterblichkeit der Eier vermutlich durch den Ausfall der Befruchtung verursacht: zwischen 26—32° ist die Mortalität ganz allgemein gesehen etwas höher als zwischen 16—25° C. Unterhalb 16° nimmt die Sterblichkeit wiederum etwas zu. Doch sind die Unterschiede hier so gering, daß es zweifelhaft bleibt, ob ihnen eine wesentliche Bedeutung beigemessen werden kann.

Auffallend nieder ist die Eisterblichkeit bei 13° C, also bei jener Temperatur unterhalb welcher keine Eier mehr abgelegt werden. An-

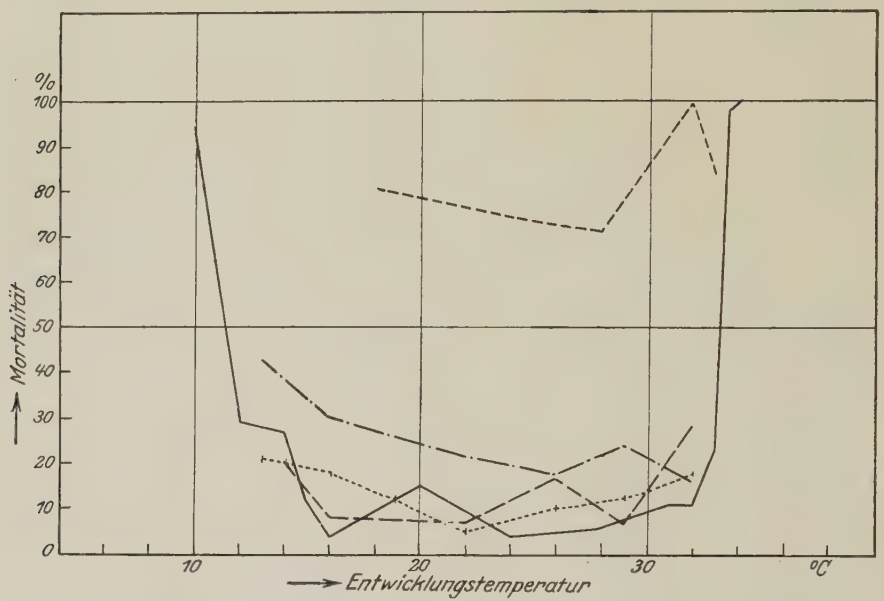


Abb. 9. Mortalität in Prozenten bei verschiedenen Temperaturen und 75% relativer Luftfeuchtigkeit, wenn die Eiablage bei verschiedenen Temperaturen erfolgte. (Es bedeuten: — — — — = Ablegetemperatur 33° C; — • — • — = Ablegetemperatur 22,° C; — — — — = Ablegetemperatur 26° C; ———— = Ablegetemperatur 17,5° C; ····· = Ablegetemperatur 15° C.)

scheinend ist diese Temperaturstufe nur für den Akt der Eiablage, nicht aber für die Entwicklung der Eier ein begrenzender Faktor.

Abb. 9 enthält die beobachteten Sterblichkeitsdaten bei verschiedenen Eiablagetemperaturen und verschiedenen Entwicklungstemperaturen, also die entsprechenden Daten jener Versuche, die S. 8 geschildert wurden.

Der Einfluß der Eiablagetemperatur ist hier ohne weiteres klar. Eine Eiablagetemperatur von 33° verursacht immer eine große Sterblichkeit, auch wenn die Weiterentwicklung z. B. bei 25° stattfindet. Das Absterben der Eier tritt hierbei nicht durchweg wegen Taubheit (also vermutlich fehlender Befruchtung) ein. In zahlreichen von ihnen haben vielmehr die Raupen ihre Entwicklung vollendet, vermögen aber selbst in der günstigen Temperatur von 25° nicht mehr zu schlüpfen.

Auch bei der Eiablagetemperatur von 32 ° ist die Sterblichkeit noch relativ hoch, und zwar beim Vergleich mit jener, wie sie bei den Eiablagetemperaturen von 15—26 ° C resultiert.

Da eine Eiablagetemperatur von 17 ° die geringste Sterblichkeit verursacht, mögen die hierauf beruhenden Sterblichkeitsprozentwerte etwas näher betrachtet werden: In Verbindung mit einer Entwicklungstemperatur unterhalb 10 ° trat 100 % Mortalität ein. Die Zahl tauber Eier bleibt hier sehr gering. Die meisten Räupchen vollenden ihre Entwicklung im Ei, können aber — ähnlich wie bei hohen Temperaturen — nicht mehr schlüpfen und sterben innerhalb der Eihülle ab.

Die geringste Sterblichkeit scheint einzutreten bei Kombination einer Eiablagetemperatur von 17 ° mit einer Entwicklungstemperatur von rund 26 °. Möglicherweise gibt es noch ein zweites Minimum der Sterblichkeit bei Kombination der genannten Eiablagetemperatur mit einer Entwicklungstemperatur von 16 °. Doch sind die vorhandenen Daten zu spärlich, um sichere Schlußfolgerungen zuzulassen.

Bemerkenswert ist die relativ geringe Sterblichkeit bei Kombination der Eiablagetemperatur von 17 ° C mit einer Entwicklungstemperatur von 33 °! Es dürfte hieraus der Schluß abgeleitet werden können, daß die bei durchweg konstanten Temperaturen für diese Stufe von 33 ° resultierende hohe Sterblichkeit in der Hauptsache durch den Einfluß der Eiablagetemperatur bedingt wird.

Absolut tödlich wirkt in Verbindung mit der Eiablagetemperatur von 17 ° erst eine Entwicklungstemperatur von 34 ° C.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß eine Temperatur während der Eiablage von 15—26 ° bei Kombination mit verschiedenen Entwicklungstemperaturen die geringste Sterblichkeit verursacht. Die günstige Verbindung dürfte die mit 26 ° C sein.

Die Zonengliederung der Entwicklungsgeschwindigkeitskurve.

Wie bereits erwähnt, läßt sich die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve im großen ganzen in 4 Abschnitte zerlegen:

1. 10—16 ° C: Hier verursacht die Zunahme der Temperatur nur eine geringe Vergrößerung der Entwicklungsgeschwindigkeit. Da 10 ° C die letzte Temperatur ist, bei der noch eine Entwicklung bis zum Schlüpfen möglich ist, läßt sich die Geschwindigkeitskurve bis zu diesem Zeitpunkt konstruieren.
2. 16—26 ° C: In diesem Bereich tritt die größte Geschwindigkeitszunahme pro 1 ° Temperaturerhöhung ein.
3. 26—32 ° C: Der Bereich macht sich durch eine schwache Abnahme des Geschwindigkeitsanstiegs pro Temperatureinheit bemerkbar.
4. 32—34 ° C: Starker Rückgang der Geschwindigkeitskurve. Dieses letzte Stück kann eigentlich nicht als integrierender Teil der Kurve selbst betrachtet werden, da die Entwicklung hier „abbricht".

Die erhaltenen Daten erwecken den Eindruck, daß die erstgenannten 3 Abschnitte aus Geraden bestehen, die sich bei 16 bezw. 25—26 ° C schneiden. Auch wenn die Gleichsetzung dieser Abschnitte mit Geraden unrichtig sein sollte, so sind doch die genannten Temperaturpunkte von Bedeutung, da die Neigung der Kurve hierbei eine charakteristische Änderung erfährt.

Es fragt sich nun, ob die hier angedeutete Zonengliederung sich auch noch anderweitig belegen läßt. Wird die Mortalität als Maßstab der Temperaturwirkung herangezogen, so tritt eine ähnliche Gliederung in Erscheinung. Doch ist sie weniger deutlich, was wohl mit dem Umstand zusammenhängt, daß die Mortalitiätsunterschiede relativ gering bleiben.

Klarer hingegen tritt die Zonengliederung in Erscheinung, wenn der Einfluß verschiedener „Eiablagetemperaturen" auf die Entwicklungsgeschwindigkeit bei späteren konstanten „Entwicklungstemperaturen" studiert wird. Es wurde bereits erwähnt, daß eine Eiablagetemperatur von 17—26 ° C keine Änderung der Entwicklungsgeschwindigkeit ergibt, wenn die „Entwicklungstemperatur" in diesen selben Temperaturbereich fällt. Dasselbe gilt für „Eiablagetemperaturen" zwischen 27—32 ° C. Eine Eiablagetemperatur, die in diese 3. Zone fällt, führt hingegen zu einer (wenn auch nur geringen) Verzögerung, wenn die Eier in Temperaturen der Zone 2 weiterentwickelt werden. Kombiniert man sie mit einer Entwicklungstemperatur der Zone 1, so verschwindet die Verzögerung wieder.

Eine Eiablagetemperatur aus Zone 2 führt zu einer erheblichen Verzögerung, wenn die weitere Entwicklung in Zone 3 stattfindet, nicht dagegen, wenn sie in einer Temperatur der Zone 1 abläuft.

Eine Eiablagetemperatur aus Zone 1 endlich führt sowohl bei Kombinationen mit Entwicklungstemperaturen aus Zone 2 als auch solchen aus Zone 3 zu Verzögerungen.

Alles in allem ist es auffallend, daß der Einfluß der Eiablagetemperatur zonenweise verschieden ist. Und es darf wohl geschlossen werden, daß die Zonengliederung der Entwicklungsgeschwindigkeitskurve, die ich oben erwähnte, in erster Linie durch die Wirkung der Eiablagetemperaturen verursacht wird. Die Ausgangskonstitution des Mehlmotteneies ist maßgebend für die Verzögerung der Entwicklung bei verschiedenen Entwicklungstemperaturen. Sie ist von genetischen Faktoren und der Temperatur während der Eiablage abhängig.

Die optimale Entwicklungszone.

Nachdem Janisch (12) gezeigt hat, daß gewisse Schadfaktoren sich erst durch eine Nachwirkung in späteren Entwicklungsstufen bemerkbar machen, ich selbst aber bei den vorliegenden Versuchen nur

die Eistadien berücksichtigen konnte, läßt sich zunächst Endgültiges über die optimale Entwicklungszone des Mehlmotteneies noch nicht aussagen.

Sieht man einstweilen von diesen erst in der Nachwirkung sich äußernden schädlichen Faktoren ab, und versucht man an Hand der vorliegenden Daten die für die Entwicklung optimale Temperatur zu ermitteln, so ist ohne weiteres zu ersehen, daß diese nicht durch einen einzigen bestimmten Temperaturgrad dargestellt wird.

Die größte Entwicklungsgeschwindigkeit findet sich zweifellos bei 32 ° C, die geringste Sterblichkeit hingegen bei 18—25 ° C. Bei welcher Temperatur die relativ größte Eizahl in der relativ kürzesten Zeit ihre Entwicklung vollendet, läßt sich aus den vorliegenden Daten nicht berechnen.

Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang die neueren Arbeiten Kozhantschikovs (14), der den Temperatureinfluß auf verschiedene physiologische Teilprozesse bei mehreren Insekten studierte. Er bezeichnet als „Optimum" jenen Temperaturbereich, in dem alle physiologischen Prozesse im gleichmäßigsten Rhythmus ablaufen. Diese Art des Rhythmus führt zwar zu einem „mäßigen relativen Effekt", letzten Endes jedoch zum „maximalen Gesamteffekt" des Prozesses. Aus diesem Grund entspricht auch nach Kozhantschikov „das Maximum der Entwicklungsgeschwindigkeit", ebenso wie jenes einer Entwicklungsphase und das des ganzen Entwicklungszyklus nicht dem „vitalen Optimum" des Organismus.

Naturgemäß ist die Entwicklungsgeschwindigkeit von verschiedenen im Organismus selbst sich abspielenden Prozessen abhängig. So muß, wenn im Verlauf der Temperaturkurven der einzelnen Prozesse eine gewisse Regelmäßigkeit besteht, diese letztere auch in der Entwicklungsgeschwindigkeitskurve zum Ausdruck kommen.

Speziell bei den Eiern der Mehlmotte ist die Abhängigkeit des Rhythmus physiologischer Einzelprozesse von der Temperatur leider noch nicht studiert worden. Für die von Kozhantschikov untersuchten Objekte und Einzelprozesse jedoch wird von ihm ebenfalls eine Kurvengliederung in verschiedene Abschnitte vorgenommen. Im wesentlichen lassen sich auch bei seinen Ergebnissen 3 Kurvenzonen unterscheiden: ein Teil, der oberhalb jener Temperatur liegt, in welcher die Prozesse beginnen, ein Teil im Bereich des Optimums und ein Teil oberhalb des Optimums bis zu jener Temperatur, in welcher die Prozesse abbrechen oder sprungartig zurückgehen.

Diese Einteilung weist eine große Ähnlichkeit mit jener auf, die im vorstehenden für die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve der Mehlmotteneier beschrieben worden ist: Auch hier erst ein langsames Ansteigen der Kurve, dann eine stärkere Steigerung, die vermutlich bedeutet, daß hier die physiologischen Teilprozesse der Entwicklung mit großer Regelmäßigkeit verlaufen, und endlich wiederum Absinken der Zunahme pro Temperatureinheit. Letzteres dürfte wohl mit einem un-

regelmäßigen Ablauf der physiologischen Teilprozesse in diesem höheren Temperaturbereich zusammenhängen.

Das physiologische Optimum würde dann bei 23—25 ° C liegen, bei welcher Temperatur die geringste Sterblichkeit auftritt. Die optimale Zone ihrerseits würde den Bereich zwischen 16—25 ° umfassen. In dieser Zone ist der Ablauf der Prozesse am gleichmäßigsten, bei 25 ° C wiederum ist er am raschesten und gleichmäßigsten zugleich.

Dieser Versuch, die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve des Mehlmotteneies im Hinblick auf die Ergebnisse Kozhantschikovs zu interpretieren, ist vorerst nur als Arbeitshypothese für weitere Untersuchungen zu werten. Einen tieferen Einblick in das Wesen der Kurve wird man erst beim Studium der physiologischen Teilprozesse erlangen, die sich im Ei während der Entwicklung des Embryos abspielen.

Theoretische Folgerungen.

Nachdem im vorstehenden gezeigt worden ist, warum ich eine andere Versuchstechnik einschlug als Janisch und die meisten anderen Autoren, bedarf es nun noch einer Erörterung, ob die auf dem einen oder andern Weg gewonnenen Ergebnisse den Einfluß der „Entwicklungstemperatur" genauer wiedergeben. Durch die hier mitgeteilten Resultate wird wahrscheinlich gemacht, daß — zum mindesten für die Mehlmotteneier — die „Eiablagetemperatur" die Konstitution des Eies beeinflußt. In diesem Fall wird somit die Entwicklungsgeschwindigkeit bei verschiedener Eikonstitution untersucht. Da die Entwicklungsgeschwindigkeit selbst bestimmt ist durch die Ausgangskonstitution des Eies und durch die spätere „Entwicklungstemperatur", lassen sich in meiner Kurve die Einflüsse beider Faktoren nicht scharf auseinanderhalten.

Janisch, der mit konstanter Eiablagetemperatur mithin mit gleichbleibender Anfangskonstitution des Eies arbeitete, müßte demnach eine Kurve erhalten haben, die den Einfluß der Entwicklungstemperatur allein genauer wiedergibt. Er interpretierte seine Kurve bekanntlich als Kettenlinie. Wenn diese den Einfluß der „Entwicklungstemperatur" richtig wiedergibt, so müßte bei verschiedener „Eiablagetemperatur", d. h. verschiedener Anfangskonstitution des Eies, der Einfluß der „Entwicklungstemperatur" im Prinzip immer übereinstimmen.

Nun ist bereits früher gezeigt worden, daß der Einfluß der Anfangskonstitution des Eies auf die spätere Entwicklung unter verschiedenen Temperaturen, sich nicht gleich bleibt. Deutlich geht dies aus einem Vergleich der graphischen Darstellungen Abb. 4—8 hervor. Sie zeigen, daß bei verschiedener Anfangskonstitution sehr verschiedenartige Kurventypen entstehen. Aus ihnen ist daher der Einfluß der „Entwicklungstemperatur" nicht ohne weiteres abzulesen. und die Janische Kurve bietet somit auch in dieser Hinsicht keine Vorteile vor der meinigen.

Die neugefundene Kurve zeigt aber noch etwas mehr als bloß den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Entwicklungsgeschwindigkeit bei verschiedener Anfangskonstitution. Sie läßt nämlich erkennen, daß eine Entwicklungsgeschwindigkeit oberhalb dieser Entwicklungskurve nicht mehr möglich ist. Die Entwicklungsgeschwindigkeit bei einer bestimmten Temperatur ist doch, wenn die Anfangstemperatur in derselben Zone liegt, wie die „Entwicklungstemperatur" immer gleichbleibend. Liegt sie aber in einer anderen Zone, so tritt vielfach eine Verzögerung ein. So gibt denn die von mir dargestellte Kurve die größtmögliche Entwicklungsgeschwindigkeit bei verschiedenen Temperaturen wieder. Ich glaube daher aus den genannten Gründen, daß die vorliegende Darstellung die Verhältnisse richtiger veranschaulicht, als jene, die Janisch anwendete.

Daß die Anfangskonstitution des Eies bei zahlreichen Insekten von Bedeutung für die weitere Entwicklung des Eies ist, wurde schon von einigen anderen Autoren festgestellt. So ist beispielsweise bekannt, daß die Eier der Seidenraupe nicht schlüpfen, wenn sie nicht zuvor kühl gehalten worden sind, was nach Ducleaux (8) wahrscheinlich auf eine Änderung ihrer Anfangskonstitution zurückzuführen ist. Auch Parker (16) beobachtete an den Eiern einer Heuschreckenart ähnliche Erscheinungen: hier schlüpften die Eier rasch, wenn sie zuvor längere Zeit bei einer Temperatur von 0 ° C belassen wurden. Waren jedoch die Eier vor Versuchsbeginn nicht solchen niederen Temperaturen ausgesetzt, so trat das Schlüpfen bei 27 ° nach 26 Tagen, bei 37 ° endlich bei 46 Tagen ein. Blieben sie 500 Tage bei 0 ° C, dann trat das Schlüpfen bei 27 ° nach 15 Tagen und bei 37 ° nach 10 Tagen ein. Inwieweit der Einfluß der Anfangskonstitution des Eies in diesen Fällen mit jenem der Mehlmottenuntersuchung vergleichbar ist, muß dahingestellt bleiben, da zu wenig Daten darüber vorliegen.

Eine zweite Frage, die kurz diskutiert werden muß, ist die, ob meine Entwicklungsdauerkurve (Abb. 4), die auf einer durchgehenden Eiablagetempeartur von 17,5 ° C, beruht, und Janischs Kurve echte Kettenlinien sind, oder nur eine gewisse Ähnlichkeit mit solchen haben.

Eine Kettenlinie setzt sich bekanntlich aus zwei Exponentialkurven zusammen. Wie schon Janisch erwähnt, läßt sich die zusammengesetzte Kurve oder Kettenlinie am besten durch ihre Reziproke beurteilen. Diese Reziproke entsteht aus der allgemeinen Entwicklungsgeschwindigkeitskurve und einer erst oberhalb 27 ° auftretenden Abnahme der Geschwindigkeit, welche mit steigender Temperatur zunimmt. Wie ich schon früher zeigte, kann aber gerade dieser Teil der Geschwindigkeitskurve nicht den Charakter der Reziproken einer exponentialen Kurve besitzen. Ich glaube daher, daß die ganze Entwicklungsdauerkurve keine echte Kettenlinie ist, obschon sie große Ähnlichkeit mit einer solchen besitzt. Ein weiteres Argument, das gegen die Kettenlinientheorie spricht, ist der Umstand, daß bei Wahl einer „Eiablagetemperatur" von 28 ° oder 32 ° C für die Abhängigkeit der

Entwicklungsdauer von der Temperatur Kurven resultieren, die in keiner Weise als Kettenlinien angesprochen werden können.

Ich glaube damit gezeigt zu haben, daß die Beziehung zwischen Temperatur und Entwicklungsdauer — zum mindesten bei den Eiern der Mehlmotte — graphisch auch durch die Kettenlinie nicht exakt dargestellt werden kann, daß diese somit keineswegs biologische Bedeutung besitzt.

Da mein Versuchsmaterial nicht weitergezüchtet wurde, konnte leider nicht festgestellt werden, ob die Gesamtentwicklung als Kettenlinie aufgefaßt werden darf. Diese Gesamtentwicklung der Mehlmotte wurde bereits von Payne (17) untersucht. Auf Grund der von ihr genannten Daten (S. 97 ihrer Arbeit) ist in Abb. 10 die Geschwindigkeitskurve für die Gesamtentwicklung konstruiert. Hierzu muß noch bemerkt werden, daß Payne keine Mittelwerte angibt, sondern nur die Daten des Schlüpfbeginns, also das eine Extrem der Variationsbreite. Das von Payne für die Eiproduktion der Mehlmotte gefundene Optimum liegt bei 26 °. Abb. 10 läßt erkennen, daß hier eine Änderung des Kurvenverlaufes erfolgt, dergestalt, daß eine Kurve als aus zwei Geraden bestehend aufgefaßt werden kann, während die andere Kurve eine Gerade darstellt, die auch bei 26 ° nicht umbiegt. Das Abbiegen der Geraden beim Optimum hat bei den Kurven, wie sie aus Payne's Untersuchungen resultieren, vermutlich eine ähnliche Ursache wie bei meiner Entwicklungsgeschwindigkeitskurve für das Mehlmottenei.

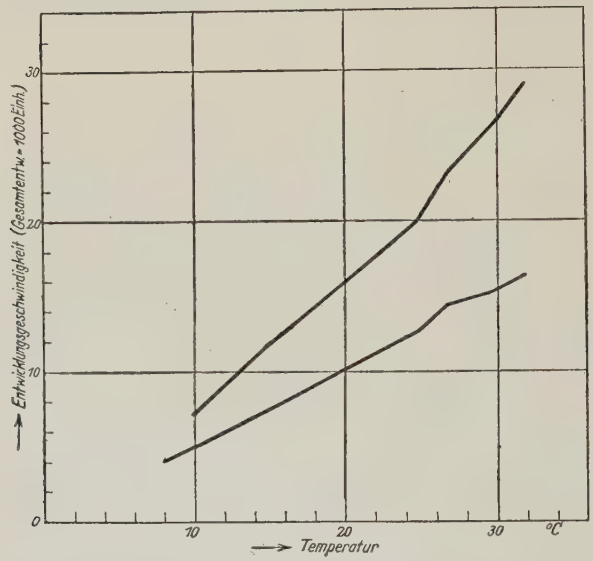


Abb. 10. Entwicklungsgeschwindigkeit für die Gesamtentwicklung der Mehlmotte auf Grund der von Payne für ihre beiden Populationen mitgeteilten Daten. (Gesamtentwicklung = 1000 Einheiten gesetzt.)

Payne gibt an, daß auch noch bei 33 ° eine Entwicklung möglich ist, ohne jedoch Zahlen hierfür zu nennen. Immerhin genügen schon die von ihr mitgeteilten Daten, um zu erkennen, daß auch für die Gesamtentwicklung der Mehlmotte keine Kettenlinie vorliegt. —

Ganz allgemein kann gesagt werden, daß wir von den physiologischen Teilprozessen, die sich während der Entwicklung der Insekten abspielen und von dem Einfluß der Temperatur auf diese Pro-

zesse bislang noch sehr wenig wissen. Da aber die Entwicklungsgeschwindigkeit in hohem Maße von diesen Faktoren abhängt, ist von dem Wesen des Verlaufs der Temperaturkurve der Entwicklungsgeschwindigkeit ebenfalls wenig bekannt.

Der Gesamtprozeß der Entwicklung ist demnach aus vielen, in ihrer Temperaturabhängigkeit noch kaum bekannten Faktoren zusammengesetzt, was naturgemäß auch für die Entwicklungsdauer- bezw. die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve gilt, die als Resultante dieser Teilprozesse in Erscheinung tritt. Es hängt hiermit zusammen, daß eine rein mathematische Formulierung des ganzen Vorgangs immer spekulativ bleiben wird. Solche haben denn auch meines Erachtens bloß dann Sinn, wenn mit Hilfe der entsprechenden Formeln besonders praktische Ziele verfolgt werden, wie etwa die Bestimmung der Generationenzahl usw. Hierfür sind einfache Formeln solchen komplizierterer Natur vorzuziehen (siehe auch Bodenheimer [2, 4]). Die Formeln sind nur Hilfsmittel, die über das Wesen des Verlaufs der Entwicklung wenig aussagen. Für genaueres Arbeiten empfiehlt sich die Anwendung der Shelfordschen Methode, die die experimentellen Daten rein graphisch behandelt.

Zum Schluß sei daran erinnert, daß die Vorzugstemperatur vieler Insektenarten ebenfalls von jener Temperatur abhängig ist, die vor Versuchsbeginn auf die Tiere einwirkt (Bodenheimer und Schenkin [5]). Es wäre von Interesse festzustellen, ob auch bei diesen Arten die Anfangs- bezw. Eiablagetemperatur Einfluß auf die Entwicklungsgeschwindigkeit besitzt. Auf jeden Fall verdient der Einfluß der Anfangstemperatur beim Studium der Temperaturabhängigkeit von Lebensvorgängen künftig beachtet zu werden, da er wichtiger zu sein scheint, als bisher gemeinhin angenommen wurde. —

Zusammenfassung.

1. Ein Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer des Mehlmotteneies ist nicht nachweisbar.
2. Extrem niedere relative Luftfeuchtigkeit hat erhöhte Sterblichkeit der Mehlmotteneier zur Folge. Luftfeuchtigkeitsgrade zwischen 30—100 % besitzen innerhalb des Temperaturbereiches von 13 bis 32 ° C keinen prinzipiellen Einfluß auf die Eisterblichkeit. Dagegen ließ sich ein solcher für die Wirkung regelmäßig alternierender Luftfeuchtigkeitsstufen wahrscheinlich machen.
3. Bereits kurz wirkende, täglich wiederholte Temperaturänderungen von ca. ½—1 Stunde vermögen die Entwicklungsdauer des Mehlmotteneies zu beeinflussen. Versuchstechnisch ist dies insofern von Bedeutung als bei Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungsdauer des Eies, dessen Ablage bereits in der Versuchstemperatur erfolgen muß, wenn genaue Werte erzielt werden sollen.

4. Bei Einhaltung der unter 3. genannten Versuchstechnik erhält man als Ausdruck der Entwicklungsdauerabhängigkeit des Mehlmotteneies von der Temperatur eine Kurve, die weder durch eine Kettenlinien- noch durch eine Hyperbelfunktion exakt wiedergegeben werden kann. Dasselbe gilt für die Entwicklungsgeschwindigkeit und die Reziproke der Kettenlinie- bezw. der Hyperbelfunktion. Vielmehr läßt sich die Entwicklungsdauer- und besser noch die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve, die beide eine deutliche Zonengliederung zeigen, annähernd aus 3 Geraden zusammensetzen, deren Schnittpunkte bei rund 15 ° und bei rund 26 ° C liegen.
5. Durch mehrere Versuchsreihen konnte nachgewiesen werden, daß die Temperatur während der Zeit der Eiablage einen wesentlichen Einfluß auf die spätere Entwicklungsdauer besitzt. Es ist wahrscheinlich, daß durch sie die Konstitution des Eies beeinflußt wird.
6. Die geringste Eisterblichkeit tritt auf, wenn die Ablage der Eier bei Temperaturen zwischen 15—26 ° C erfolgt.
7. Wahrscheinlich wird die Zonengliederung der Entwicklungsdauerkurve im wesentlichen durch die Eiablagetemperaturen bedingt.
8. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse Kozhantschikovs an anderen Objekten dürfte der Temperaturbereich zwischen 16 bis ca. 26 ° C als optimale Zone für die Entwicklung des Mehlmotteneies anzusprechen sein.
9. Die Auswertung der von Payne für die Gesamtentwicklung der Mehlmotte mitgeteilten Daten macht es wahrscheinlich, daß auch für die Totalentwicklung ähnliche Verhältnisse gelten wie für die Entwicklungsdauerabhängigkeit des Eies. —

Literatur.

1. Blunck, H., Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. Ztschr. wiss. Zool. 1923, 121.
2. Bodenheimer, F. S., Die Bedeutung des Klimas für die landwirtschaftliche Entomologie. Ztschr. angew. Entom. 1926, XII.
3. — — Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Ztschr. angew. Entom. 1930, XVI.
4. — — Über einige Grundfragen der Insektenepidemiologie. Ztschr. angew. Entom. 1930, XVI.
5. — —, und Schenkin, D., Über die Temperaturabhängigkeiten von Insekten. I: Über die Vorzugstemperatur einiger Insekten. Ztschr. f. vergl. Physiologie 1929, VIII.
6. Bodine, J. H., Effect of temperature on the rate of embryonic development of certain Orthoptera. Jl. exp. Zool. 1925, 42.
7. Cook, W. C., Some effects of alternating temperatures on the growth and metabolism of cutworm larvae. Jl. econ. entom. 1927, XX.
8. Duclaux, E., De l'influence du froid d'hiver sur le développement de l'embryon du ver a soie et sur l'eclosion de la graine. C. R. Acad. Sci. 69. Paris 1869.

9. Hase, A., Über Temperaturversuche mit den Eiern der Mehlmotte (*Ephestia Kühniella* Zell.). Arb. Biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. 1927, XV.
10. Headlee, T. J.: Some data on the effect of temperature and moisture on the rate of insect metabolism. Jl. econ. Entom. 1914, VII.
11. Janisch, E., Das Exponentialgesetz. Berlin 1927.
12. — — Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltfaktoren auf Insekten. I: Die Massenvermehrung der Baumwolleule *Prodenia littoralis* in Ägypten. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. der Tiere 1930, XVII.
13. — — Über die Grundbegriffe bei der Kausalanalyse der Insektenvermehrung. Anz. f. Schädlingsk. 1931, VII.
14. Kozhantschikov, J. W., Zur Frage nach dem Temperaturoptimum des Lebens. I: Über die Temperturabhängigkeit einzelner physiologischer Prozesse und ihre Beziehung auf das Lebensoptimum des Organismus. Ztschr. angew. Entom. 1934, XX.
15. Kühn, A., und Henke, K., Genetische und entwicklungsphysiologische Untersuchungen an der Mehlmotte, *Ephestia Kühniella* Zell. Abh. Ges. Wiss. XV. Göttingen 1929.
16. Parker, J. R., Some effects of temperature and moisture upon *Melanoplus mexicanus* Saussure and *Camnula pellucida* Scudder. Bull. Univ. Montana Agric. Exper. Sta. 1930, 223.
17. Payne, N. M., The differential effect of environmental factors upon *Microbracon hebetor* Say (Hymenoptera : Braconidae) and its host *Ephestia Kühniella* Zell. (Lepidoptera : Pyralidae) I. Biol. Bull. 1933, LXV.
18. Pearis, L. M., The relation of temperature to insect development. Jl. econ. Entom. 1914, VII.
19. — — Some phases of the relation of temperature to the development of insects. Bull. West Virg. Univ. Agric. Exp. Sta. 1927, 208.
20. Sanderson, E., The relation of temperature to the growth of insects. Jl. econ. Entom. 1910, 3.
21. Shelford, V. D., Methods for experimental study of the relations of insects to weather. Jl. econ. Entom. 1926, 19.
22. — — Laboratory and field ecology. London 1929.
23. Uvarov, B. P., Weather and climate in their relation to insects. Deutsche Übersetzung in Ztschr. angew. Entom. 1931, XVII.
24. — — Insects and climate. Transact. Entom. Society 79. London 1931.
25. Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Ztschr. angew. Entom. 1932, XIX.

Observations on the Biology of Bruchus obtectus Say, with Special Reference to the Nutritional Factors.

By

G. M. Herford.[1])

(From the „Institut für angewandte Zoologie", München.)

(With 3 diagrams and 2 illustrations.)

Contents.

Page

Introduction 26
I. The behaviour of the larva in the different species of seed 29
II. Influence of the different forms of larval food upon the life of the adult . . 38
III. Host Selection 42
IV. The chemistry of the different species of seed, and its effect on the activities of *B. obtectus* 46
Summary 48
Bibliography 49

Introduction.

Although the common bean beetle, *Bruchus obtectus* Say, is probably the most important pest of stored pulses existing, a very small proportion of the work that has been spent on it has dealt with purely biological problems, and to this day several phases of the life history remain obscure. The present work is not intended to include a complete account of the life history, but is set forth solely to supplement present knowledge in quarters which have not, in the author's opinion, previously received the attention they deserve. The aim throughout has been to use quantitive rather than qualitative methods where possible.

As a subject for the study of the effects on the life history of different conditions of nutrition, together with observations on the life history under optimum conditions, *B. obtectus* serves extraordinarily well. It is polyphagous, but sufficiently sensitive to give constantly differing reactions with different foods; it is extremely hardy — the same strain kept for three years suffered no deterioration during that time; and under the present conditions of temperature and humidity a single generation runs its course in a month.

---

[1]) Now of the Royal College of Science, London.

The insect occurs in the open in southern Europe, and is said to have originated, like the haricot bean, in Central America. Through the agency of commerce it now occurs in warehouses, etc., all over the world, wherever its many hosts are imported. The life history is approximately as follows: — The eggs are laid on the surface of the bean, very loosely stuck; these hatch, and the young larva wanders for some hours until it finds a suitable place to penetrate the seed. It bores inward, and begins to feed on the cotyledon. After the first moult the larva becomes curculionoid, losing its long legs. There are 4 larval stages, the last ending in a prepupal phase, which moults to give the pupa. The adult remains in the seed for some days after the final moult.

Mating: This usually takes place within 24 hours of emergence from the seed, and has been observed within one hour of emergence. The first eggs are laid between 48 and 56 hours after mating.

Reifungsfraß: In the female of this species a Reifungsfraß is apparently optional. According to Larson and Fisher (12) and Zacher (17), working on related species with similar habits a Reifungsfraß may increase the fertility and length of life; but it is not necessary for a normal existance, and standard conditions are much more easily obtained if no oportunity for feeding is given to the female.

Sex Ratio: A number of observations were made to discover whether the food of the larva, either in quantity or quality, had any effect on the sex of the resulting adult, such as has been observed in the case of some Tachinidae (9). As far as the quantity of food was concerned, the sex ratio of beetles emerging from seeds containing one larva was approximately the same as from seeds containing 20, i. e. 50 % : 50 %. No constant deviation from this ratio occurred in all the range that lay between. About 2,000 individuals were used altogether in these observations. For other host species the numbers were necessarily much smaller. No constant change in the sex ratio can be connected, either, with a progressive unsuitability in the foodstuff, and this is not felt to be solely due to the smallness of the numbers available. These are given below. It may be added that dwarfs occur about equally in both sexes on unsuitable food.

Sex Ratio.

	♂♂	♀♀
Ph. vulgaris (one per seed)	35	31
Ph. vulgaris (20 per seed)	47	50
C. arietinum	67	50
Ph. multiflorus	47	35
L. sativus	21	15
V. faba	19	19
P. sativum (garden pea)	24	25
E. lens	18	14
P. sativum (field pea)	2	5
G. hispida	3	4

The temperature and humidity were kept constant throughout the work, the foodstuff being the only variable. The relative humidity was kept at 75 %, which is about the maximum that can be maintained without risk of fungous growth, by means of saturated NaCl solution. All the work was carried out in the constant humidity vessels designed by Zwölfer, and the reader is referred to the paper here cited, (18), where they are fully described. The temperature was kept constant at 27 ° C, in the serial thermostat in use at the Institut für angewandte Entomologie; this is described in the same paper.

The host plants used were selected without knowledge, for the most part, of their effects on *B. obtectus*. They are as follows:

Phaseolus vulgaris; Ph. multiflorus; Vicia faba; V. sativa; Lathyrus sativus; Pisum sativum (garden and field peas); *Cicer arietinum; Glycine hispida; Ervum lens; Lupinus luteus* (sweet and bitter Lupins); *Arachis hypogaea; Laburnum vulgare.*

This does not by any means exhaust the possible hosts of *B. obtectus*. It is probable that all *Phaseolus* species can be used, and several in neighbouring genera. The last two species on the list were included with the knowledge that they would prove unsuitable, chiefly to illustrate the working of the diagram on p.

The mathematical methods applied in this work are those referred to by Zwölfer (19) and by Pütter (13), to which works the reader is recommended. The limits of variation and standard deviations are given in addition to the mean values for any series of observations. In many cases a mathematical demonstration of the agreement or non-agreement of two sets of figures was desirable ,and here the equation $k = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\mu_1^2 + \mu_2^2}}$ was applied, where M=the mean of a given series of figures and μ the standard deviation. According to many authors a significant difference only certainly exists when $k \leqq 5$. Putter, however, allows in biological work a significant difference with a k-value of 2, and this accorded reasonably well with observed results; although in some of the results recorded in this work it may be that where the value for k discredits the apparent essential difference between two means, it demonstrates not the essential similarity of these means but the insufficiency of the number of observations, (by which the value for $\pm \mu$ is affected).

It is my great pleasure to record here the kindness of all those who have helped and encouraged me in this work. My thanks are especially due to Herr Geheimrat Professor Escherich, in whose Institute the work was done, for the original suggestion of the theme, and for his constant and sympathetic interest during its carrying out; and to Dr. W. Zwölfer, to whose unfailing help and inspiring advice and criticism is due anything of use that may be found in this paper. I am also most grateful to Mr. G. Fox Wilson, Dr. J. Voelcker, and

the authorities of the Imperial Institute, London, for help in obtaining analyses of leguminous seeds, and to Dr. K. Schedl for assistance in mathematical problems.

I. The Behaviour of the Larva in the Different Species of Seed.

A. Penetration by the young larva.

Immediately after hatching the larva is active and lively, and can travel several centimetres in search of food by means of its 6 relatively long legs and anal sucker. *B. obtectus* provides an interesting case in which the choice of food is not confined to the female adult; the active larva is also free to select. Below are shown the results of an experiment designed to test the preferences of the larva. In each of two petri dishes, A and B, 10,0×1,5 cm, was placed a single layer of 60 seeds of *G. hispida* and 60 of *C. arietinum,* (both of which had been exposed to the same humidity for several weeks) carefully arranged to give the maximum possible mixing of the two. Over this layer of seeds were sprinkled 100 eggs from beetles reared on *Ph. vulgaris,* within 24 hours of hatching. The two dishes were incubated under cultural conditions for two days.

The respective numbers of penetration holes in the two species were then counted. Most of the penetration occurred between glass and seed; a fair amount, however, was found between seed and seed. When *G. hispida* and *C. arietinum* lay together the larva, boring at their point of contact, almost always entered *G. hispida.* In A, out of 13 such cases, 11 entered *G. hispida,* 2 entered *C. arietinum.* In B, out of 7 cases, 6 entered *G. hispida,* 1 entered *C. arietinum.*

	Total number entering *G. hispida*	Total number entering *C. arietinum*
A.	62	28
B.	68	33

If the mortality curves are refered to (p. 31), it is seen that while survival in *C. arietinum* is 100 %, in *G. hispida* it is 0,5 %. In spite of this do the larvae show their strong preference for *G. hispida.* A similar preference seems to be shown by the female (p. 42—45) when selecting a host on which to deposit the eggs. That the different types of testa are not alone concerned is shown by the fact that cracks in the seeds, attractive to both female and larva, are much more so in *G. hispida.*

The experiment was repeated twice with shelled seeds in a smaller petri dish, using 50 eggs. The results are as follows:

	Total number entering *G. hispida*	Total number entering *C. arietinum*
A.	35	14
B.	20	12

In A, 6 entered *G. hispida,* from points of contact with *C. arietinum,* 2 entered *C. arietinum.* In B, 2 entered *G. hispida,* 1 entered *C. arietinum.*

The cotyledon of *C. arietinum* presents to the larva a surface nearly as smooth as that in *G. hispida,* and a distinctly larger relative number entered the shelled *C. arietinum* than the unshelled. From the foregoing observations it can only be safely said that the physical attraction of a seed is at least as strong as the chemical, and that it may be a distinct disadvantage. That *G. hispida* has a chemical atraction of its own has not yet been demonstrated.

It is clear that for such a host as *Ph. vulgaris* under the present conditions the problem of finding and entering the host is not a limiting factor in the survival of the larva. In a 3 cm glass petri dish with a single layer of seeds at the bottom, 50 larvae out of 50 eggs sprinkled over the seeds will succeed in boring into them. This was repeated in all work done on the total development period, and for the thinner-skinned seeds (see below) constantly gave a penetration of 100 %. All larvae will penetrate, within about 18 hours of hatching, into seeds, *V. sativa* for example, where the great majority die when they begin to feed. Any penetrable surface is chosen. When a layer of *Lupinus* seeds, with a quarter of the impenetrable testa removed, is inoculated with 50 eggs, the larvae search until they find the exposed, poisonous cotyledon, into which more than 75 % bore and at once die.

In the majority of the seeds used the palisade tissue of the testa is more or less strengthened towards the inside; this thickening sometimes extends to the parenchyma lying immediately under the palisade tissue. The thickened layer does not always correspond in depth to the total thickness of the testa; in *Ph. multiflorus* it is almost absent, and the testa, though much thicker, is much less tough than in a schlerenchymatized species such as *V. sativa.*

The division of these seeds into penetrable and impenetrable sorts is almost complete. In the first group, including only *V. faba* and the lupins, there is almost no penetration; in *V. faba* cultures only two seeds were found in which an undamaged seed was penetrated by a larva, although penetration frass was always plentiful on the outside. In the remainder, penetration was about 100 %.

The thickness of the testa has a practical bearing in that it may completely protect seed which otherwise serve well as hosts for *B. obtectus* — e. g. *V. faba.* It may be taken as a rule that any leguminous plant is safe from attack if the seed-coat contains a schlerenchymatous layer of 0,045 mm and over.—

B. Feeding habits.

Having bored through the testa, the first stage larva tunnels through or on the surface of the cotyledon, previous to making the permanent larval chamber. In suitable foods such as *Phaseolus* and *Cicer*

spp. the chamber is formed at an early stage, and contains the second cast skin. The larval tunnel is short, about 5 mm long, straight or slightly curved. In unsuitable foods, such as *G. hispida,* the larval tracks are 6—8 mm long and as tortuous as the track of a leaf-miner; they often contain the 2nd. and 3rd. skins, the larval chamber being formed very late. In poisonous seeds such as *L. luteus,* the tracks are never more than 2 mm long, and the larva does not achieve a moult. In *V. faba* the tracks are either 2—3 mm long and contain a dead first stage larva, or resemble those of *Phaseolus* spp. (The chemical make-up of *V. faba* is dealt with on p. 46, and the mortality curve for *V. faba* may be referred to p. 32.)

C. Mortality.

The accompanying figure 1 shows graphically the degrees of tolerance of *B. obtectus* towards its various hosts. The figures were obtained by sprinkling 50 eggs over a single layer of seeds in a petri dish, incubating it under cultural conditions for about double the maximum length of time needed for development, and then noting the stages of development of the larvae within which had died without emerging. There are 4 larval stages, distinguishable in any given food by the size the head capsule.

The graph shows vertically the percentage of dead larvae among the number left after every moult, which is taken afresh each time as 100. The horizontal axis shows the 4 larval and the pupal stages; early mortality in the adult

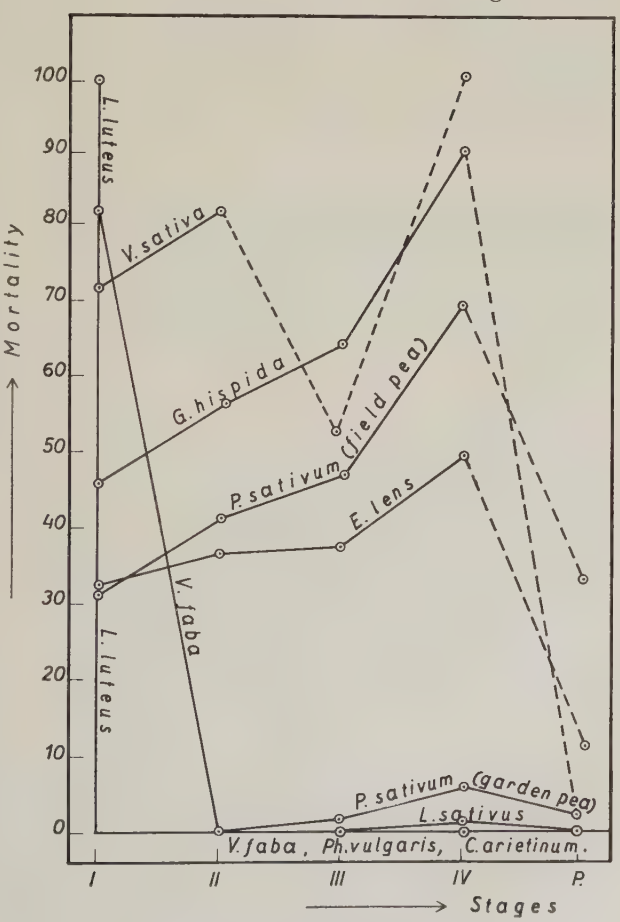


Fig. 1. Graph showing comparative mortality of larvae at successive stages upon various types of food.

is not shown. The number available for calculation became rapidly less as the population died out on unsuitable food, so that by the 4th. stage there were often only two or three larvae left. Where the number left was less than 5 the lines are dotted and have little significance. It was, as a matter of fact, very seldom that a dead pupa was found; once the critical 4th. stage, with preparation for metamorphosis, was passed, the larva usually reached the adult stage.

The degree of tolerance is shown by the starting point of the curve, and by its length. In the two lupins, sweet and bitter, mortality in the first stage is 100 % and that in *V. sativa* over 70 %. Only two larvae survived the second stage in *V. sativa,* one dying in the 3rd. and one in the 4th. stage. The case of *V. faba* is dealt with on p. 30 and is here shown graphically. The mortality in the Ist. stage larva is actually higher than in *V. sativa,* but from the subsequent course of the curve on the base line one concludes that the young larva has been mechanically starved, not poisoned. The curves for *Ph. vulgaris* and *C. arietinum* keep to the base line. In the absence of predaceous mites and bacterial disease, and under the present conditions of temperature and humidity, which may easily occur in warehouses, it appears that every one of the offspring of a given female will reach maturity, since it has been shown that under these conditions the penetration into the seeds is also complete. Bacterial disease among *B. obtectus* is not common; an enteric bacillus has been recorded from Italy. The mite *Pediculoides ventricosus* Newp. may be very troublesome in cultures, but its effect in nature is uncertain. It seems likely that the most important checks on the increase of *B. obtectus* in the artificial environment of a warehouse are the results of overcrowding and exhaustion of the food supply.

	I.	II.	III.	IV.	Pupa	No. reaching adult stage
Ph. vulgaris	0	0	0	0	0	50
C. arietinum	0	0	0	0	0	50
L. sativus	0	0	0	1	0	49
P. sativum (var. Garden pea)	0	0	0	3	1	45
V. faba	41	0	0	0	0	9
E. lens	16	13	8	7	1	2
P. sativum (var. Field pea)	16	14	10	7	1	2
G. hispida	23	15	7	4	0	1
V. sativa	36	11	1	1	0	0
Lupinus luteus	100	0	0	0	0	0

D. Development.

Although the morphological forms of the larva of *B. obtectus* are now well known, its history has been very little studied, presumably owing to the difficulty of watching a larva that spends all but a few hours of its life within the seed. The following experiments were intended not so much to test the effects of various foodstuffs as to make clear the actual phases within the seed and the relative lengths of time taken by them. The larvae were reared in meal, the apparatus being

a modified form of that used by Zacher (17) with *Spermophagus subfasciatus* Boh., a distant member of the Bruchidae, with similar habits, and though found by him successful apparently given no further application. Zacher found it necessary to start his larvae already part-grown in the meal to ensure their development; with *B. obtectus*, however, no difficulty was found in rearing them thus from egg to adult.

Two distinct sets of experiments were set up, one to observe the total length of the larval period, the details of cocoon-making, prepupal, pupal and imaginal development; the other to discover the relative lengths of the four larval stages. The first set were easy to carry out, and the length of development in any given food fairly uniform. The total standard deviation in *C. arietinum* for a mean development period of 26,8 days was 0,96 of a day. It was found by Zacher that larvae placed in loose meal invariably died, and stated by him that without a resistant surface the larvae are unable to feed. Accordingly, in the present experiments, two microscope slides were taken and carefully cleaned, and between them were placed two circular frames (Fig. 2 A) 2,5 mm thick, cut from folded filter-paper. The space enclosed by the frames, 17,5 mm in diameter, was filled with tightly pressed bean-meal, previously finely ground in a clean mortar and exposed loose for 24 hours to 75 % relative humidity. The entire seed, with testa and embryo, was included in the meal. In nature only the cotyledons are attacked, and addition of ingredients from the embryo probably made the meal a less favourable food than the original seed, apart from the physical disadvantages. In the surface of the meal were made small pock-marks, in which the eggs were inserted; if this was not done the eggs were crushed when pressure was applied to the slides. The eggs were always taken from *Ph. vulgaris* cultures, within 24 hours of hatching, as they are then much less fragile than new laid eggs. The second slide was then laid over the first one, and pressure given by three encircling rubber bands, most of the pressure being taken on the paper frames. (The bands should be padded against the cutting edges of glass.) Two sorts of meal could be contained between a pair of slides;

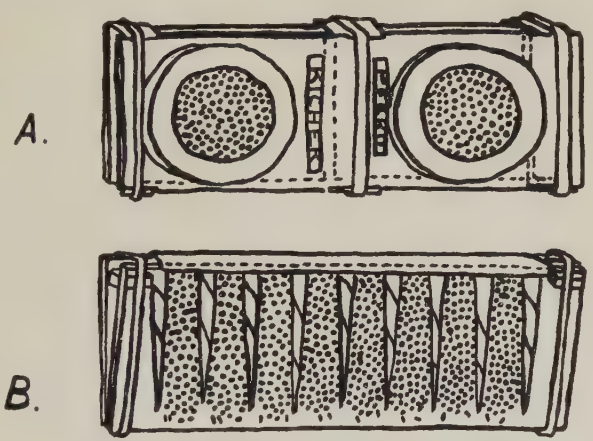


Fig. 2. Apparatus used for rearing larvae in meal.

in each were set about 20 eggs, the exact number not being important, as a few are certain to be damaged. The larvae hatch from these eggs in 24 hours and burrow into the meal. The drawback to this method ist that with a uniform thickness of 2,5 mm of meal the larvae, until quite full-grown, are generally invisible; but when fully developed they are so thick that one side of the larval cell must have a glass wall, through which the insect is always clearly visible. This thickness seems to be about the minimum at which development is satisfactory.

By the time they are large enough to be visible the larvae have a quite distinct appearance according to their food. In *Ph. multiflorus* they are quite white, in *Ph. vulgaris* and *L. sativus* nearly so, in *P. sativum* straw-coloured and in *C. arietinum* light orange; the colour is due to the subdermal fat, which gives the larva an opaque appearance at this stage.

About 4 days after the third moult the larva ceases to feed, and after a few hours' pause, begins to regurgitate from between its rapidly working jaws a fluid sometimes clear, usually frothy and milky, which ist plastered over the surface of the cell, the larva rotating as it works. The final thickness of the wall is about 0,05 mm. This regurgitation walls of all excreta and covers the entire inner surface of the cell, but in most cases the glass wall is carefully avoided. The reason for this useful discrimination is not known. An interesting case was seen in which the feeding cells of two larvae had coincided; the larvae had not harmed each other, and both built their cocoons the same night. The next morning the common cell was found to be divided into two by a central partition which in this case had not even had a basis of excreta.

The source of the liquid is not quite certain. In the full-grown larva appear two sinuous, conspicuous, chalky-white bodies, running nearly the whole length of the body, which appear to have a connection with the buccal cavity. In the prepupa they can no longer be seen, which suggests their connection with the formation of the cocoon. As the excreta contains plentiful starch grains and the cocoon walls none it is probable that no regurgitated or excreted food material is used, in spite of the statement of Daviault (5) to the contrary. The cocoon is always completed in less than 24 hours, and about 24 hours after beginning it the larva becomes a prepupa and is nearly quiescent. In less than 24 hours after this the frons of the head-capsule splits vertically, the mouthparts coming away in one piece. The body wriggles slowly and rhythmically, the skin slipping backwards apparently through expansion of the exposed parts of the pupa. The entire moult, until the skin is clinging, concertina-wise, to the tail, takes about 12 minutes under observation conditions. The pupa is colourless except for a pair of crescent-shaped, black ocelli, which can be clearly seen under the adult eyes, and become indistinct after the third day; the ommatidia begin after 36 hours to darken, after three days the man-

dibles become coloured and the wing-sheaths blacken at the end. Before the last moult the forepart of the body is faintly brown.

The moulting of the pupal skin was not seen. For about 36 hours after moulting the adult is restless, then again quiescent. The abdomen is greatly distended, and liquid is ejected from the anus as soon as the pupal skin is shed. After an interval of about 4 days the movements of legs and antaennae begin again, the insect becomes very active, and, using its jaws, breaks through the pupal cell. This is taken as the point where the adult in nature breaks through the weakened testa of the seed. This last question has caused a good deal of controversy. Before pupating the larva gnaws away the pithy inner side from a disc of testa, not forming a weakened ring as was supposed, but a uniformly thin area. This is smoothly covered with cocoon material, much thinner than that lining the rest of the cell, but without any indication inside of the position of the exit hole. A single exceptional case was seen in which the larva had failed to reach the testa before pupating, so that the head-end of the cell was about 0,8 mm distant from the surface. The adult had developed normally but had not escaped. The cocoon was thinned at the outer end as if it had actually adjoined the testa.

The results of these experiments are given in Table I. Development in meal cannot be compared directly with that in the whole seed, for it is evident that pulverization has different physical effect on different seeds; in *P. sativum* the larvae develop distinctly faster than in the whole peas, which is, however, exceptional. In *V. faba* no development takes place at all, the normal 80 % mortality becoming total in meal. With the favourable seeds the larvae developed in all cases as a group, apart from two or three in every case which lagged a week or ten days behind the others, although apparently healthy and constantly feeding. These were not reckoned in to the average for the species.

The question arises as to how far the stages observed in meal can be compared with those occurring in the whole seed. Comparison of the figures gives the following results: taking each pupal period as a percentage of its own larval period one finds that while a long larval period is certainly followed by a long pupal period, the ratio is a diminishing one. The following figures make this clear.

	C. ariet.	*Ph. vulg.*	*Ph. mult.*	*P. sat.*	*L. sat.*
Larval period . . .	16,6	17,3	18,5	20,0	26,6
$\frac{\text{Pupal p.}}{\text{Larval p.}} \times 100$ . .	27,1	22,3	22,0	21,9	13,9

On the other hand, the quiescent period which elapses between the shedding of the pupal skin and the reawakening to activity (which is clearly defined) is constant, irrespective of the length of the previous stages. The supposition, which is given with due regard to the scantiness of the data, is that the quality of the food affects the length of

Table I.

A. Total Development, in days.

Species	N.	Hatching to prepua				Prepua				Pupa				Last moult to emergence from seed				Tot. Devt. Period			
		M.	Mx.	Mn.	μ	M.	Mx.	Mn.	μ	M.	Mx.	Mn.	μ	M.	Mx.	Mn.	μ	M.	Mx.	Mn.	μ
Ph. multiflorus	9	18,5	20	17	$\pm$ 1,0	1	—	—	$\pm$ 0	5,2	8	4	$\pm$ 1,6	5,2	6	4	$\pm$ 0,8	29,9	35	26	$\pm$ 1,7
Ph. vulgaris	11	17,3	18	16	$\pm$ 0,9	1	—	—	$\pm$ 0	4,9	6	4	$\pm$ 0,8	5,1	7	4	$\pm$ 1,1	28,3	32	25	$\pm$ 1,6
C. arietinum	14	16,6	18	16	$\pm$ 0,7	1	—	—	$\pm$ 0	4,5	5	4	$\pm$ 0,6	5,0	6	4	$\pm$ 0,3	26,8	31	25	$\pm$ 1,0
P. sativum (garden pea) . .	11	20,0	23	18	$\pm$ 0,9	1	—	—	$\pm$ 0	5,6	7	5	$\pm$ 0,8	5 [1])	—	—	$\pm$ —	32	—	—	$\pm$ —
L. sativus	8	26,6	33	23	$\pm$ 2,9	1	—	—	$\pm$ 0	5,9	7	5	$\pm$ 0.5	5,0	6	4	$\pm$ 0,8	38,5	47	33	$\pm$ 3,6

B. Larval Stages in days.

	I					II					III					IV				
	N.	M.	Mx.	Mn.	μ	N.	M.	Mx.	Mn.	μ	N.	M.	Mx.	Mn.	μ	N.	M	Mx.	Mn.	μ
Ph. vulgaris	10	5,1	6	5	$\pm$ 0,2	4	4,5	5	4	$\pm$ 0.6	4	5	7	3	$\pm$ 1,3	3	5,7	8	4	$\pm$ 1,6
C. arietinum	5	5	—	—	0	3	4	5	3	$\pm$ 0,6	3	3	—	—	0	3	4,7	5	4	$\pm$ 0,5
P. sativum (garden pea) . .	9	5,6	7	5	$\pm$ 0,9	7	4,7	6	4	$\pm$ 0,8	5	4,8	6	4	$\pm$ 0,8	3	6,7	8	5	$\pm$ 1,3

[1]) No observations.

development chiefly through the trophic, larval stage; that it has a limited effect on the non-trophic stage which follows, but has not the power to prolong it indefinitely in proportion to the stage preceding it, and that its effect is imperceptible by the time that the next non-trophic stage, the quiescent adult, is reached. How this effect is brought about is quite unknown, and speculations on the subject are unfruitful until it is clear how far the respective seeds affect the insect by starvation, how far through an active poisonous principle in their composition.

It is assumed that under the present conditions of temperature and humidity the quiescent stage is constant at 4—5 days. The prepupal stage has never been seen to take longer than 24 hours. If it is assumed that these stages together always occupy 6 days they may be subtracted from the total length of the developmental period within the seed. It remains to find out how the remaining period is divided into larval and pupal stages, a question that may have application in economic practice. In practice the only hosts likely to be concerned are those where the beetle finds near-optimum conditions, i. e. where the development within the whole bean takes between 23 and 28 days. From study of the figures in Table I, it appears that the larval plus the pupal period are together approximately 4,7 times the length of the pupal stage alone. If the larval plus the pupal periods equal the total period within the seed minus the 6 days spent as prepupa and quiescent adult, the pupal period (P) for any development within this limit may approximately be found through the following formula:—$P = \frac{x - 6}{4{,}7}$ where x = the mean number of days from hatching to emergence. The figures on p. 35, show that the ratio $\frac{\text{pupal}}{\text{larval}}$ periods decreases with the lengthening of the larval period. With a development period of over 30 days P is less than expressed in the formula. On the other hand, the shortest developments (those in the entire seed of *Ph. vulgaris)* may include a relatively longer pupal period than in the formula. It is likely that about 0,5 of a day should be added to P when x is less than 26.

The second set of experiments referred to previously were intended to show the relative length of time spent by the larva in each of its 4 stages (Fig. 2, B.). Two slides were used, two of their long edges touching, the other two being held apart by slips of wood; the space between being divided into 8 by spiral paper wedges. Two mature eggs were dropped into each compartment, sticking about 1 mm from the bottom, and on top of these was packed meal ground in the mortar and conditioned, and prevented from falling out by a piece of paper gummed along the top. The theory was that the larvae, while young, should remain in the thin part of the wedge, progressing towards the thicker part as they grew; this was in the main what occurred. Some larvae, in *Ph. vulgaris* and *C. arietinum,* came through as quickly as in the previous experiment, but in general the larvae do not thrive by this

method and are often difficult to observe. The relatively longer Ist. and 4th. stages are both characterized by a non-trophic phase—in the first while the larva is locating and penetrating its food, in the fourth while building the cocoon.

II. Influence of Different Forms of Larval Food upon the Life of the Adult.

A. Methods of investigation.

As standards for the estimation of the effects of the different larval foods upon the adult insect measurements were taken of the fertility and the body size; for comparison with these the total development period within the seed and the total mortality during development were also measured. The results are given side by side in Table II, p. 40. These phases of the life history were chosen as being the simplest to describe quantitatively.

1. Size of adult.

In any observations on the body size of the adult two points must be observed. First, that adults in the same physical condition are measured; the body decreases greatly in size during adult life, and to allow for this only those insects were measured which had dried out after dying naturally. The insect dies with the abdomen in a fairly constant state of contraction. Second, that competition for food has a most marked effect on body size, which begins to be noticeable when the number of individuals is more than two per 0,3 g of food material: only individuals from seeds containing one or two larvae are typical of their food-plant. The number of insects available for measurement was thus much restricted.

The measurements appear in Table II, col. 3, p. 40; they are given in the units of the micrometer used, and refer to the maximum length×bread×depth of the abdomen separated from the body, and have, therefore, only a relative significance.

2. Fertility.

The effects of different foods upon fertility are as marked as upon body size. In the observations on fertility each female was taken as it emerged from the seed, and enclosed with a newly emerged male in a specimen tube 3 cm×1 cm, with gauze at the top, upon 5 or 6 *Ph. vulgaris* seeds. *Ph. vulgaris* was provided in all cases, irrespective of the host from which the female was derived, in view of the clear non-application of the host-selection principle in *B. obtectus* (see p. 42). It was assumed that females from all hosts would have an equally strong preference for *Ph. vulgaris*. This is an assumption only.

The tubes were incubated under cultural conditions, and the eggs counted every 4 days. The results appear in Table II, col. 2, p. 40. In

three cases in *E. lens* and two in *P. sativum* (field peas) the females set upon *Ph. vulgaris* laid no eggs et all; these cases have not been reckoned among the mean fertility for the host species. The causes for this complete infertility have not been investigated; the insect in question is usually dead by the 8th. day, while normal adults live for more than 13 days.

3. Total development period.

The observations upon the length of the development period from hatching to emergence from the seed were carried out under cultural conditions in small petri dished 3,5 cm in diameter, with a single layer of seeds at the bottom, over which were sprinkled 50 eggs within 24 hours of hatching. The numbers of adults emerging daily were then counted; the results are given in Table II, col. I, p. 40.

Results.

The general order kept by the different host plants in their effects on the life-processes of *B. obtectus* is nearly constant, which allowed them to be set as a fixed list in Table II. In this table the value for k is reckoned in all cases from the values for *Ph. vulgaris*. Where the

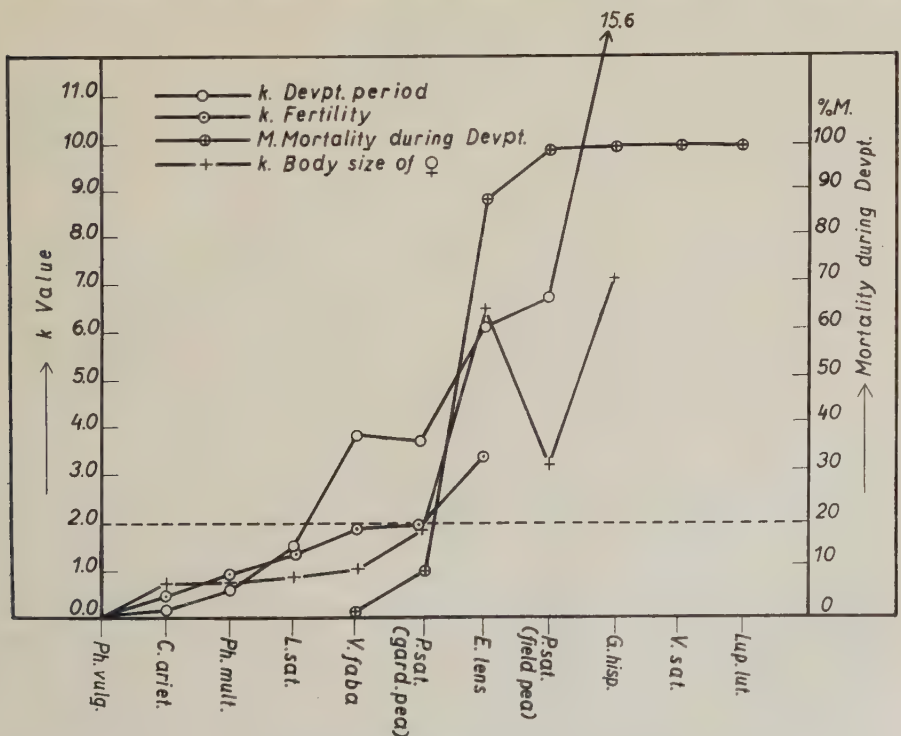


Fig. 3. Graph showing comparative influence of different types of food upon k-value of body-size, length of development and fertility, and mean of larval mortality.

Table II.

Species	Devt. pd. in days					Abdomen size in female					No. of eggs laid.					% Mortality during devt.	
	N.	M.	Mx. / Mn.	μ.	k.	N.	M.	Mx. / Mn.	μ.	k.	N.	M.	Mx. / Mn.	μ.	k.	N.	M.
Ph. vulgaris .	49	22,8	25 / 21	1,2	0,0	10	459	525 / 377	36	0,0	7	79,6	104 / 60	18,0	0,0	50	0
C. arietinum .	28	23,4	25 / 21	1,2	0,2	29	414	620 / 323	43	0,8	4	69,0	79 / 60	7,0	0,6	50	0
Ph. multiflorus	40	24,0	29 / 22	1,6	0,6	9	391	581 / 183	82	0,8	4	61,0	74 / 51	9,4	0,9	—	—
L. sativus . .	17	28,6	35 / 23	3,7	1,6	13	382	560 / 215	85	0,9	6	52,7	65 / 41	5,3	1,43	50	2
V. faba . . .	6	38,0 ↑	43 / 33	3,8	3,9 ↑	9	343	551 / 163	107	1,9	8	43,6	51 / 38	4,6	1,9	49	82
P. sativum (garden pea)	21	36,0 ↓	43 / 33	3,0	3,7 ↓	16	312	453 / 122	67	1,9	6	34,5	63 / 16	15,3	1,9	50	10
E. lens . . .	9	41,2	46 / 38	2,8	6,3	7	214 ↑	331 / 83	68	6,5 ↑	2	19,0	21 / 17	2,5	3,41	51	88
P. sativum (field pea)	5	53.4	57 / 42	4,6	6,6	5	294 ↓	360 / 210	34	3,2 ↓	1	9,0	—	—	—	50	96
G. hispida . .	6	97,1	99 / 88	4,6	15,6	4	109	135 / 79	31	7,4	—	—	—	—	—	50	93
V. sativa . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49	100
Lup. luteus . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	100

N. = Number of individuals Mx. = Maximum μ = Standard deviation
M. = Mean Mn. = Minimum

order of the host plants, either in mean or k-calue is reversed this is indicated by the following sign ↕ after the pair of figures concerned.

An examination of the figures, particularly of the values for k, show that the gradation on this list is by no means a regular one. Fig. 3 shows in graph form the k-values where obtainable and the M-value for mortality during development. At 2,0 is drawn a horizontal line—according to Pütter (13), the observations of the value for k lying below this line do not differ significantly from one another. Certainly the striking difference between suitable and unsuitable is seen in every column first by *E. lens*. The author is conviced, however, that such hosts as *L. sativus*, *V. faba* and *P. sativum* are part of a progressive series of unsuitability, and that their effects on some, if not all of the vital activies of *B. obtectus* show an essential departure from the optimum. The reasons for the differing responses of the various life-processes to unsuitable food are difficult to explain. In the total mortality during development (for which only one series of observations was made) the mortality as far as *P. sativum* (garden

pea) is negligible (with the exception of *V. faba,* which is a special case, and may certainly be included among the favourable hosts); with the next on the list, *E. lens,* it rises enormously. The conditions of humidity, etc. for these experiments were identical. In the other three columns the transition from suitable to unsuitable is much less abrupt, though also showing a marked upward step by *E. lens;* this is very much exaggerated in the trophic larval stage. That the percentage mortality does not run parallel with the length of development is understandable if one assumes that the individuals surviving the total development are those which developed relatively fast. Those which lagged behind for any reason were unable to withstand the continued bad food conditions and died as larvae.

The number of observations on the abdomen size are too small to be reliable; the reasons for the often very large values for μ are not clear, and perphaps may only be explained on a genetic ground. The first essential difference from the optimum appears here first at *P. sativum* (garden pea) one stage earlier than by the larval mortality, which is to be expected. Whether the sudden dip at *P. sativum* (field pea) indicates a special case is not known (see p. 39). This larger size was coupled with almost complete infertility.

Note on the effect of different foods upon the eggs of *B. obtectus.*

From cursory experiments on the fertility of the eggs of females from different hosts it is believed that the food of the female has no material effect on the viability of the eggs. It is intended to carry out observations on this point in the future. Below are given the sizes of eggs from 4 different species of host plant (as product of length ×breadth). The eggs were sifted from the bottoms of lightly infected cultures that had not carried more than one generation, and where competition for food was supposed to be at a minimum. The experiment was not sufficiently controlled to rule this possibility out.

	N.	M.	μ	k.
Ph. vulgaris	9	417	± 27,8	0,0
L. sativus	7	415	± 10,3	0,03
V. faba	7	417	± 41	0,0
E. lens	7	367	± 25,4	0,7

If the respective values for k are compared, no significant difference can be traced in the egg-size, in contrast to the distinct difference in the abdomen size of females from e. g., *Ph. vulgaris* and *E. lens.* In dwarf forms this point is even more clearly shown; these are usually capable of laying a few large eggs. A female from *Ph. vulgaris,* with abdomen size 432 (cubic units) lays eggs which measure 4,23 (square units). The eggs from a dwarf female with abdomen measuring 83 themselves measured 3,07. In dwarf forms the genitalia themselves are relatively larger; dwarfs from *Ph. vulgaris* are usually fertile, those from unsuitable foods always sterile.

III. Host Selection.

A. Hopkins's Host Selection Principle.

This principle, formulated some years ago by Hopkins and since given wide recognition, is expressed by him as follows:—„Species which breed in two or more hosts will prefer to continue to breed in the host to which they have become adapted" (10). For examples of the working of this principle the reader is referred to the works of Craighead (3) and Harrison (6).

B. Host selection by the adult when reared in Ph. vulgaris.

In view of the principle mentioned above a series of experiments were carried out on the beetle to confirm the expectation that females reared on *Ph. vulgaris* would be more strongly attracted to that host than to any other. The apparatus was the same throughout the experiments; the vessels referred to on p. 43 were used, and divided by cardboard strips, 1,5 cm wide, into compartments, with an overhead clearance of 0,5 cm which allowed the contained insects free movement.

The compartments were filled with various host species, two samples of each, as widely separated from each other as possible, arranged as in Fig. 4. A number of adults from a culture of *Ph. vulgaris* were scattered over them; these at once ran in all directions; there was no question of crowding in any quarter. The vessel was then covered against the light, *B. obtectus* being phototropic, and incubated for 4 days. The experiment was repeated and the results are given in Table III.

Table III.

	Experiment A 1. Total no. of eggs = 3150; % upon *Ph. vulgaris* = 59,6; % proportions of total remainder:		Experiment A 2. Total no. of eggs = 1785; % upon *Ph. vulgaris* = 49,5; % proportions of total remainder:	
	Actual number	Percentage	Actual number	Percentage
V. sativa . .	38 + 22	5,1	55 + 35	10
V. faba . . .	102 + 79	15,4	78 + 35	12,1
C. arietinum .	85 + 80	14,1	75 + 109	19,8
E. lens . . .	170 + 180	29,8	51 + 86	15,1
Ph. multiflorus	106 + 98	17,4	104 + 108	24,7
G. hispida . .	85 + 130	18,3	75 + 84	17,8

	Experiment B. Total no. of eggs = 1241:		Experiment C. Total no. of eggs = 269:	
V. sativa . .	8 + 8	1,2		
V. faba . . .	171 + 73	18,0	28 + 18	17,1
C. arietinum .	35 + 27	5,0	10 + 9	7,1
E. lens . . .	183 + 156	25,0	7 + 5	4,5
G. hispida . .	149 + 240	29,6	88 + 74	60,0
			Glass beads	1+3+5+3+3+4+4+7

In experiment A, 1 and 2, *Ph. vulgaris* was included; in B and C adults reared upon *Ph. vulgaris* were used as before, but *Ph. vulgaris* was omitted. The glass beads used in C were about 1 cm across, smooth and nearly circular. They were intended partly to test the theory that, *Ph. vulgaris* apart, the attraction of the remaining hosts is purely mechanical, and should therefore be no greater than that of clean beads of similar texture; and also to divide the species of host one from another, so that the stimulus given by one host should not lead the beetle to oviposit on the neighbouring, less attractive host, divided from it only a cardboard wall. This was not allowed for in the earlier experiments.

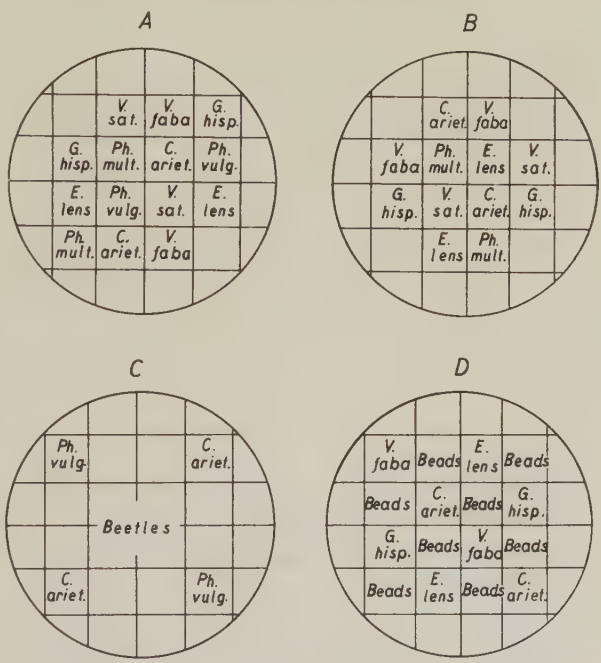


Fig. 4. Diagram of apparatus used in host-selection experiments.

The preference shown in C for *G. hispida* is unmistacable, and is also shown to some extent in B. Of the hosts offered, *G. hispida* is perhaps the nearest to *Ph. vulgaris* in texture and size combined. The chemical composition (see p. 45) is, however, far more different than that of most of the other hosts. In B and C no *Ph. vulgaris* is present. In A, 1 and 2, in conjunction with *Ph. vulgaris*, *G. hispida* has no special attraction. Apart from *V. sativa*, which has round seeds about 4 mm in diameter, and recieves relatively few eggs, the differences among the hosts other than *Ph. vulgaris* are not very noticeable. One is tempted to think that among the females of *B. obtectus* there may be differences of sensitivity towards the attraction of *Ph. vulgaris*—a proportion may be more exacting in their choice of a host, a proportion more haphazard. The first, much larger, section, in the presence of *Ph. vulgaris*, will concentrate upon it, and the remaining hosts will be used, without much discrimination, by the second section. Where *Ph. vulgaris* is lacking, the discriminating section will add their quantum of eggs to the next most attractive host, apparently *G. hispida*. This discrimination may possibly be a question of age; during the first spate of egg-production (50 % of the total eggs are laid on the 4th. day

after mating, although the oviposition period continues, under the present conditions, for a further 6 days) the eggs may be deposited with less regard to the host plant than later when egg-laying has slackened somewhat. Premilinary observations gave some support for this theory. It is felt, however, that the present observations are not sufficient to give a clear view of this point; or of the vexed question of the relative importance of chemical and physical attractions of the host-plant for the female, since a constituent has not yet been found whose presence in the seeds is constantly accompanied by an increased number of eggs laid (see p. 44). It is at any rate clear that this attraction has no close connection with the suitability of the host to the larva; which agrees with the views of Craighead (3) that the adoption of new hosts in nature is limited far more by the sensitivity of the young larva than by the conservatism of the female.

C. Host Selection by the adult when reared in hosts other than Ph. vulgaris.

If the Host Section Principle had as wide an application as was usually thought, it seemed that a species as polyphagous as *B. obtectus* would be a very suitable one on which to study its effect, which had already been suggested by the results of experiments A, B and C.

Experiment D 1.

The apparatus used in experiment A was also used here, with only two species of seed, *Ph. vulgaris* and *C. arietinum*. As far as the effect on the insect is concerned there is very little to choose between these two foods; both approach the optimum. The seeds were conditioned for the same length of time at 75 % relative humidity, and arranged in the compartments as in Fig. 4, C. About 60 adults, emerged within 24 hours, were taken from a *C. arietinum* culture and liberated in the four middle compartments. The previous generation had been reared on *Ph. vulgaris* and set to lay eggs on *C. arietinum,* which had resulted in the present generation. The apparatus was covered from the light and incubated for four days.

This experiment was practised on the 1st., 2nd., 3rd. and 5th. generations of this stock, which bred continuously on *C. arietinum*. The results appear in the following table.

	C. ariet. I.	*C. ariet* II.	*Ph. vulg.* I.	*Ph. vulg.* II.
1st. Gen. (50 individuals) .	88	50	310	185
2nd. Gen. (40 ind.). . . .	41	39	135	215
3rd. Gen. (70 ind.). . . .	112	98	355	326
5th. Gen. (70 ind.) . . .	70	73	485	311

Experiment D 2.

A further experiment was also made upon beetles from a *Ph. multiflorus* culture, which had been inoculated with adults from *Ph. vulgaris*.

Adults from the third generation upon *Ph. multiflorus* were used, and conditions were as in Experiment D 1. The results are as follows:

	Ph. multif. I.	*Ph. multif.* II.	*Ph. vulg.* I.	*Ph. vulg.* II.
3 rd. Gen. (120 indiv.) . .	105	65	745	520

The significance of the above figures is not to be mistaken; five generations in a new host plant have not impaired in the least degree the attraction for the female of the original specific host. The results obtained with *B. obtectus* agree substantially with those of A. O. Larson working with *B. (Callosobruchus) quadrimaculatus* (II.); it is clear that among the Bruchidae we have to deal with a far more conservative capacity for inheritance than that in the Bark Beetles upon which Hopkins based his Host Selection theory. In *B. obtectus* a wide tolerance of different foods does not betoken a plasticity in the oviposition instinct—the response to the attraction of *Ph. vulgaris* is evidently extremely deep-seated in the female.

There is apparently more than one sort of polyphagy. One may draw a distinction between a species that has acquired its present habit within (phylogenetically) recent times, so that this central habit is capable of deflection or even annihilation; and another species whose habit is phylogentically ancient, and hardly eradicable, but which possesses along with it a capacity for tolerance as a specific characteristic.

In a recent publication (15) Uvarov deals with this question of the attraction of the larval food for the female, and finds therein an example of a conditioned reflex, a memory in the female of the scent, colour, etc., which once attracted the feeding larva to its host, physiologically inhibited until the ripening of the eggs. It is interesting to consider the figures above in the light of this proposition. In the usual sense of the term they have nothing to do with conditioned

% Analyses of Foodstuffs; Dryweight.

Species	N-containing substances	Fat	N-free ectract	Cellulose lignin	Ash
P. sativum (garden pea)	27,6	2,18	61,0	6,4	3,29
P. sativum (field pea)	17,1	2,58	55,7	8,62	4,55
V. faba	29,9	1,95	55,0	9,6	3,6
Ph. vulgaris	26,1	1,94	62,5	5,00	4,1
C. arietinum	25,3	5,65	63,5	3,45	3,22
E. lens	29,5	2,20	60,5	4,49	3,47
L. sativus	28,4	2,51	58,5	7,5	3,2
Lup. luteus	44,2	4,99	30,0	16,8	4,14
G. hispida	37,5	21,3	30,2	5,21	5,8
A. hypogeaea	28,5	47,7	18,7	2,8	2,44
Laburnum vulgare	35,1	8,3	34,0	18,5	3,2

Note. The water content of the seeds ranges, when tested under standard conditions, was between 8 and 11 % of the total weight. No correlation is shown between water content and suitability as a host plant.

reflexes, and the unpopular word ‚instinct' as indicating a fixed reaction in the germ plasm may perhaps be used here legitimately; but if the conception of an ‚inherited conditioned reflex' is allowed—i. e. the attraction of the ancestral, not the immediate, larval food—Uvarov's principle may still apply. In such a conservative species as *B. obtectus* the unit is the racial current, in which the variation of the individual, like a wave, is instantly sunk, and has no effect on the general level. But even this conservatism is expected to be only relative; and the very much longer series of experiments which it is proposed to carry out on this question may show finally the same capacity for inheritance of an induced taste that is apparently seen much more directly in such forms as the *Cerambycidae.*

IV. The Chemistry of the Different Species of Seed, and its Effect on the Activities of B. obtectus.

The correlation of the chemical composition of a given host with its effect on *B. obtectus* proved to be a very much more intricate problem than had been at first anticipated. It may be said that there exist certain broad limits in the chemical composition beyond which development is quite abnormal or non-existant; one of these limits is certainly the carbohydrate content. All the suitable hosts of *B. obtectus* have a carbohydrate content between 55 and 64 % of the dry weight, in which sugars are not more than 12 to 15 % of the carbohydrates. The optimum hosts, *Ph. vulgaris* and *C. arietinum,* are actually those which have the highest carbohydrate content. The fat content of the seeds is usually slight; where high, as in *G. hisphida,* it is disadvantageous as indicating a drop in the carbohydrates. It seems likely that *B. obtectus* is unable to utilize fat to the same extent as carbohydrates. There are indications, however, that beetles from *C. arietinum* have, as newly emerged adults, a distinctly higher fat content than these from *Ph. vulgaris,* which may be related to the higher fat content in *C. arietinum.* The carbohydrates in this case are not dimished. Experiments on this question are in progress.

The diagrams in Fig. 5, p. 47 express the effect of the combined carbohydrate-fat-proteid ratio on the principal activities of *B. obtectus,* without any distinction between the various forms of fats, proteins, etc., concerned. That this coarse division has nevertheless a significance is clear from the grouping of the optimum host plants in a limited area. This form of diagram was evolved to meet the need for a figure that would express simultaneously the combination of three different values, a 2-dimensional graph being insufficient for the purpose. To construct such a diagram for the three factors above, each side is said to represent the proportions of one factor from 1 to 100. If, for example, it is wished to find the position of *Ph. vulgaris,* a line is drawn through 4 on the fat %, parallel to the previous side; another is drawn through 67 on the carbohydrate %, also parallel to its

previous side, and a third through 29 on the protein %. Over the single point where these lines meet is placed a symbol for the degree of suitability for the insect, in this case maximum. Already used by petrographers, the conception of a triangular diagram to express the threefold connection was evolved and adapted in this case largely by Dr. W. Zwölfer, and was found very well suited to the problem.

It will be very interesting to see whether this type of diagram may prove of use in other branches of biological work. Its conveniences are obvious, its handicaps equally so. Its application is

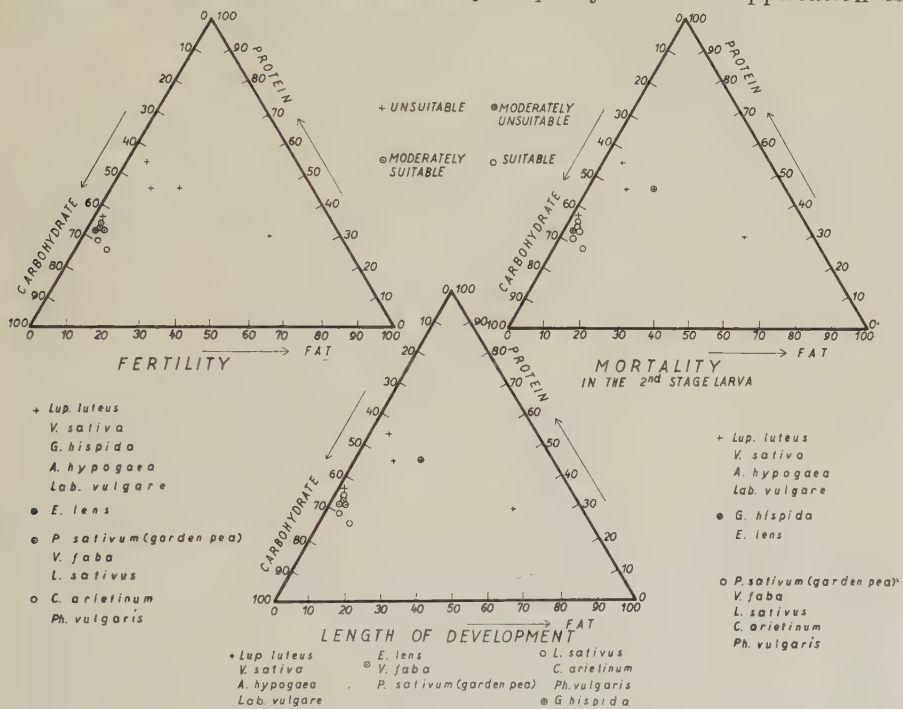


Fig. 5. Combination of food-composition and its effect upon the insect expressed in diagrammatic form.

only possible where the three factors are reasonably equally proportioned. To construct a triangle including, for example, alkaloid content, although very desirable, is impracticable, the alkaloid content being too small to plot, and magnification of any one factor being impossible by the laws of this figure.

Some discrepancies between composition and effect are emphasized by this diagram, notably in the positions of *V. sativa* and *E. lens.* While *V. sativa* has a carbohydrate content slightly lower than the optimum, and a protein content slightly higher, this difference is certainly insufficient to account for its lethal effect on the larvae. The case is the same for *E. lens,* which, while much better as a host than *V. sativa,* is not nearly so good as its analysis suggests. The principal proteins of *E. lens* are legumin, phaseolin and vicilin; those

V. sativa are phaseolin and legumin. These are also the principal proteins of, for example, *Ph. vulgaris* and *P. sativum* (garden pea), In neither *E. lens* nor *V. sativa* can any component be traced which is not also present in perfectly harmless seeds. The relative proportions of the principal proteins only are usually obtainable, but among these *phaseolin,* for example, may vary between 20 and 60 % of the total protein content without influencing the relative effects of two suitable hosts. The percentage proportions of the various fat-components and of the less abundant proteins are unobtainable in the literature, and differences in their relative amounts may have a large effect on the beetle. Without an accurate knowledge of the composition of all the proteids, etc., of the two species above it is difficult to speculate on the effects of their relative proportions. The foregoing observations suggest that, at any rate as far as the principal proteins, as at present defined, are concerned, the proportions are not very important. It is likely that more differences exist between the same proteins from different plants than are detected by the usual methods of analysis, but which make the difference to the parasite between suitability and unsuitability.

Apart from differences in nutritional quality of the seeds, a small amount of toxic material may make development in a given host impossible. It is probable that even were the carbohydrate-fat-protein ratio of *Lupinus luteus* less unfavourable, the alkaloid content of < 1 % would prohibit development. The principle may be more widely applied. In *V. sativa* no alkaloid is found other than betain and cholein which also appear (proportions unknown) in, for example, *L. sativus*; in the seeds of *V. angustifolia,* however, is found a glucoside derivative of cyanic acid (vicianin) which may possibly be present in the related species in small amount and there have a toxic action.

The effect of the cellulose-lignin content should be mentioned. The exceptional form of the mortality curve for *V. faba* (Fig. I, p. 31) seems to be solely due to the toughness of the cotyledons, which cannot be utilised by most of the first stage larvae, giving a mortality in this stage of over 80 %. For those which survive, the composition of the beans is very well suited. Whether this explanation also holds in the case of *P. sativum* (field pea) is doubtful. The only difference to be found between the field and garden pea is the higher cellulose-lignin content of the field pea. The form of the mortality curve does not suggest this as a reason, and as only 10 analyses of field peas were obtainable the data is in any case unreliable. The analyses of the other species are averages of between 20 and 50 examples.

Summary.

I. Under favorable conditions the larva of *B. obtectus* is deterred only by an impenetrable testa from entering any species of seed. It appears to differentiate between the mechanical attractions of two hosts.

II. The mortality in unsuitable hosts rises from the first to the fourth stages. A marked division is seen between suitable and unsuitable hosts.

III. The larvae may be successfully reared in meal, and the stages there observed are probably comparable with those occurring in nature.

IV. The body size, fertility and total development period are affected by unsuitable food, but not to a parallel degree.

V. Where choice exists the specific host plant receives 50 % of the eggs laid by the female. Only when it is absent is much distinction drawn between other hosts, the host most similar in texture and form being apparently chosen.

VI. The host Selection Principle has no effect in the course of 5 generations.

VII. The size of the egg is less affected by unsuitable food than is the body size of the parent.

VIII. The optimum hosts have a high carbohydrate content, but such hosts may become unfavourable through the inclusion of an alkaloid or other unsuitable ingredient (possibly proteid).

Bibliography.

1. Bodenheimer, F. S., Über die Voraussage der Generationzahl von Insekten. Ztschr. f. angew. Ent. 1925, Bd. 12, S. 104.
2. Chapman, R. N., Animal Ecology. New York and London 1931. p. 155—160.
3. Craighead, F. C., Hopkin's Host Selection Principle as related to certain Cerambycid beetles. J. Agric. Res. 1921, Vol. 22.
4. Czapek, F., Biochemie der Pflanzen. Jena 1913, 1920, 1921.
5. Daviault, L., Notes biologiques sur la bruche du haricot. Rev. Path. vég. Ent. agric. 1928, Vol. 15, p. 188.
6. Harrison, I. W. H., Experiments on the egg-laying instincts of the sawfly, *Pontania salicis* Christ. Proc. Roy. Soc. Vol. 101, p. 115—126. London 1927.
7. Headlee, T. J., Facts relating to the influence of atmospheric humidity on insect metabolism. J. Econ. Ent. 1917, Feb.
8. — —, Responce of the bean weevil to different percentages of atmospheric moisture. J. Econ. Ent.1 1921, Vol. 14, p. 264.
9. Holdaway, F. G., and Smith, Fairfield H., A Relation between size of host puparia and sex ratio of *Alysia Manducator* Pantzer. The Australian Journal of Exp. Biol. and Med. Sc. 1932, Vol. X, p. 247—259.
10. Hopkins, Economic investigations of the Scolytid bark and timber beetles of North America. In U. S. Dept. Agri. Program of Work 1917, p. 353.

10a. König, J., Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. Bd. I bis III, nebst Nachtrag zu I A und B. 4. Aufl. Berlin 1903—1923.

11. Larson, A. O., The Host Selection Principle as applied to *B. quadrimaculatus*. Ann. Soc. America 1927, Vol. 20, p. 37—78.
12. — —, and Fisher, C. K., Longevity and fecundity of *B. quadrimaculatus* as influenced by different foods. J. Agric. Res. 1924, Vol. p. 6.
13. Pütter, A., Die Auswertung zahlenmäßiger Beobachtungen in der Biologie. Berlin 1929.

14. Titschak, E., Beitrag zu einer Monographie der Kleidermotte, *Tineola biselliella*. Ztschr. Techn. Biol. 1922, Bd. 10, S. 1—168.
15. — —, Untersuchung über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und Eierzeugung, II, *Tineola biselliella*. Ztschr. Wiss. Zool. 1926, Bd. 128, S. 509—569.
15. Uvarov, B. P., Conditioned reflexes in insect behaviour. Ve. Congreś International d'Entomologie. Paris 1932.
16. Wehmer, C., Die Pflanzenstoffe. Zweite Auflage. Jena 1929.
17. Zacher, F., Nahrungswahl und Biologie der Samenkäfer. Deutsche Gesellschaft für angew. Ent. 1928, S. 55.
18. Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Ztschr. f. angew. Ent. 1932, Bd. 19, S. 497—513.
19. — —, Die Temperturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne *(Lymantria monacha)* und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Ztschr. f. angew. Ent. 1934, Bd. 21, S. 333—384.

Vorratspflege in Maikäferrevieren.

Von

Puster, Oberforstmeister i. R., Kandel.

Durch allgemeine Verfügung vom 27. September 1933, „Holzvorrat" betr., hat Reichsforstmeister Goering für die preußischen Staats- und Gemeindewaldungen Richtlinien erteilt, welche in ihrer Auswirkung eine Abkehr vom Kahlschlagbetrieb und eine Überleitung zum Vorratspflegebetrieb bedeuten. Diese Verfügung dürfte, wenn sie für das Reich vollziehbar erklärt wird, bei einer großen Anzahl süddeutscher Forste keine sehr große Abänderung des bisherigen Betriebs veranlassen. Die Reinigungshiebe in den Junghölzern, die Durchforstungen in den Stangen- und Baumhölzern und endlich und ganz besonders die Vornutzungen in Hauptnutzungen sind nichts anderes als Vorratspflegehiebe von der Wiege der Bestände bis zum Grabe. Nach der genannten Verfügung sind die Pflegehiebe nach der Michaelis schen Regel so zu führen, daß „der Stamm zu hauen ist, welcher einem an Schaft und Krone besseren Stamm handgreiflich schädigt". In meiner Abhandlung „Die englische Durchforstung" vom Jahre 1917 [1]) habe ich den Stamm, welcher nach der Michaelisschen Regel auszuscheiden hat, kurz „den schärfsten Konkurrenten des U-Stamms" genannt. Die Pflegehiebe des Vorrats waren also auch schon den höheren Semestern der grünen Gilde liebe, alte Bekannte, besonders in den häufig wiederkehrenden Jahren, in denen der Kulturkredit dringend einer Schonzeit bedurfte. Wenn nun diese Pflegehiebe allgemein im Reiche, ohne Rücksicht auf den Verzinsungszeitraum, solange es vom Standpunkt der Bodenkrafterhaltung und Zuwachsleistung zweckmäßig erscheint, systematisch fortgesetzt werden, so wird dadurch unfehlbar der Vorrat der deutschen Wälder erheblich steigen, die Reichsholzvorratskammer an Reichhaltigkeit der Dimensionen und Holzarten wesentlich zunehmen und der deutsche Wald den vielseitigen Bedürfnissen des heimischen Marktes fühlbar näher kommen.

Angesichts dieser zurzeit vordringlichen Forderung der Vorratspflege an die deutsche Forstwirtschaft erwächst den Bewirtschaftern von Maikäferrevieren die doppelte Aufgabe:

---

[1]) Vgl. Artikel: „Die englische Durchforstung". Forstw. Centralbl. 1917, S. 120.

1. zu prüfen, ob in ihren Revieren die gesteigerte Vorratspflege ohne Rücksicht auf diesen Waldverderber Platz greifen kann oder ob vielmehr gerade im Interesse der Erhaltung des Vorrats von dessen Pflege aus Rücksicht auf den Maikäfer Abstand zu nehmen sei — letzteren Falles —

2. zu überlegen, wie durch Begründung maikäferfester Bestände künftig diese Vorratspflege am besten und raschesten zu ermöglichen sei.

Die Berechtigung, zu dieser wichtigen Frage Stellung zu nehmen, leite ich aus der Tatsache ab, daß ich 25 Jahre lang ein Maikäferforstamt I. Klasse mit Stern — Kandel Süd — verwaltete und als Ruheständler 10 Jahre lang die wirtschaftlichen Verhältnisse dieses Amtes aus nächster Nähe zu beobachten und zu verfolgen Gelegenheit hatte. Meine Erfahrungen im Maikäferwalde ruhen also auf 35jähriger Grundlage. Um bei meinen folgenden Ausführungen Mißverständnissen vorzubeugen, möchte ich zunächst feststellen, was unter „Maikäferrevier" begrifflich zu verstehen ist. Ein Maikäferrevier, wie ich es auffasse, ist ein Revier mit lockerem, trocknen bis frischen — nicht nassem — Boden in mildem Klima mit sehr langer Vegetationszeit, in welchem der Maikäfer heimisch ist und jederzeit mindestens die obere Grenze des eisernen Bestandes einhält. Unter diesen Voraussetzungen ist der Käfer imstande, innerhalb 3 vierjähriger Entwicklungsperioden — also innerhalb 12 Jahren —, wenn ihm die Wirtschaft durch Lichtstellung der Bestände förderlich entgegenkommt, eine Katastrophe herbeizuführen. Diese ist dann gegeben, wenn die sämtlichen Kulturen der 4jährigen Entwicklungsperiode restlos vom Engerling gefressen werden unter weiterer Entnahme der Futtermankos aus dem Wurzelraum älterer Bestände. In diesem Falle findet der Kulturkredit dieser 4 Jahre seine ausschließliche Verwendung zur Fütterung der Engerlinge. Nach dem Maße der Verseuchung lassen sich 4 Seuchengrade unterscheiden, wobei als Vergleichsjahr das dritte Engerlingsjahr als Hauptfraßjahr unterstellt wird.

1. Seuchengrad.

Der 3jährige Engerling tötet zerstreut über die ganze Wirtschaftsfläche — d. i. Kulturen und anschließende Verjüngungsflächen — nesterweise in kleineren und größeren Figuren die 1jährigen Pflanzen, benagt die Wurzeln der 2- und mehrjährigen, versetzt Kleinflächen dieses Alters in Kümmerzustand und bringt vereinzelt auch 2- und 3jährige Pflanzen zum Absterben.

2. Seuchengrad.

Der 3jährige Engerling tötet auf der ganzen Wirtschaftsfläche die 1-, 2- und 3jährigen Kulturen mit Belassung kleinerer und größerer, mehr oder weniger kümmernder Inseln; er frißt kleinere und größere Löcher in die 4- und mehrjährigen Verjüngungen und hat bereits seinen Einzug in lichtere Stangen-, Baum- und Althölzer gehalten.

3. Seuchengrad.

Der 3jährige Engerling vernichtet — soweit ihm nicht ein Versehen unterläuft — die sämtlichen Kulturen der 4jährigen Entwicklungsperiode, frißt Lücken in die älteren Kulturen in der Größe mehrerer Ar, versetzt lichtere Teile der Bestände vom Stangenholzalter aufwärts in Kümmerzustand und Zuwachsruhe.

4. Seuchengrad.

Der 3jährige Engerling zerstört neben den laufenden Kulturen 2—6 m hohe Nadelholzverjüngungen bis zu Hektargröße. Laubholzjunghölzer bis zu 40 Jahren überziehen sich mit Flechten und sterben nesterweise ab. Eichen bis zu 100 Jahren zeigen Zopftrocknis auf der Großfläche.

Je nachdem diese Schäden nur auf Teilen oder auf ganzer Fläche auftreten, ergibt sich Teil- oder Ganzverseuchung. Um einen zahlenmäßigen Begriff von dem Seuchengrad 4 zu geben, wie ich ihn um die Jahrhundertwende im Forstamt Kandel Süd antraf, stelle ich fest, daß ich am Wurzelkörper 90jähriger Eichen, welche durch die Larve zum Absterben gebracht wurden, 5000 Engerlinge zählte. In den Kulturen und natürlichen Verjüngungen fand ich einen Belag bis zu 300 Stück je Quadratmeter.

Je nach dem Seuchengrad und dem Umfang des Seuchenherdes, ob teilweise oder ganz, wird die Prüfung des verantwortlichen Betriebsleiters über Zulässigkeit und Intensität der Vorratspflege in seinem Revier zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen. Bei Seuchengrad 1 und 2 sowie auf den nicht verseuchten Revierteilen habe ich keinerlei Bedenken gegen eine vorsichtige Vorratspflege in zwei- und mehrstufigen angehend haubaren und Hauptnutzungsbeständen, wenn der Unterstand den Boden vollkommen deckt. Licht und Sonne, die durch die Lücken der ausgeplenterten Stämme einfallen, werden von dem Zwischen- und Unterstand aufgefangen, ehe sie den Waldboden erreichen. Überdies werden kleinere Lücken durch den zum Licht strebenden dienenden Bestand rasch wieder geschlossen. Für solche Bestände besteht lediglich die Gefahr der Randverseuchung auf Baumlänge von der Wirtschaftsfläche her. Aus diesem Grunde sind die gleichen Bestände im Bereiche der Seuchengrade 3 und 4 nur mit größter Vorsicht zu pflegen und auf ununterbrochene Schlußerhaltung der Bestandsränder auch im herrschenden Bedacht zu nehmen.

Sehr ungünstig für den Pflegebetrieb liegen die Verhältnisse bei den wohl die große Mehrzahl bildenden einstufigen, gleichalterigen Rein- und Mischbeständen von Bu, Ei, Kie, Fi, welche am Ende des Durchforstungsalters bereits Neigung zur Lichtstellung zeigen. Sobald nämlich die Sonnenkringel auf dem Waldboden tanzen, sind dem Käfer beim nächsten Flugjahre die Tore zur Eiablage geöffnet und solche Bestände gehen bis zu ihrer Hiebsreife völliger Verseuchung entgegen. Etwa noch fehlende Besonnung schafft sich der Engerling alsdann

schon selber. In solchen Beständen muß sich die Pflege mit der Bestattung der Toten, Kranken und Geworfenen begnügen. Im übrigen ist Axtruhe die beste Vorratspflege.

Im Maikäferrevier höheren Seuchengrades ist demnach die Aufgabe des Wirtschafters im Sinne der Vorratspflege sehr einfach, mehr passiv denn aktiv. Um so schwieriger und mühsamer ist sie dagegen im Sinne der Begründung maikäferfester Bestände mit dem Ziele freier Vorratspflege in dem neugeschaffenen Waldrevier. Ich gehe hier von dem Seuchengrad 3 mit Totalverseuchung auf einer Fläche von 3000 ha aus, wie sie zur Zeit in dem von mir in dem Vierteljahrhundert 1899 bis 1924 verwalteten Forstamt Kandel Süd vorliegt in der Annahme, daß die Nutzanwendung für geringere Seuchengrade leicht zu ziehen ist. Diese große und langwierige Aufgabe kann nur dann befriedigend gelöst werden, wenn Waldbau — Ab- und Aufbau — und Forstschutz harmonisch aufeinander abgestimmt sind, d. h. wenn die Maikäferbekämpfung den Waldaufbau ermöglicht und der Waldabbau alles vermeidet, was der Maikäferentwicklung Vorschub leistet. Um den Ton dieser Wirtschaftsharmonie sicher und richtig zu treffen, ist die Kenntnis des Maikäferhaushalts in seinen Lebensäußerungen und Entwicklungsmöglichkeiten unbedingtes Erfordernis. Mit den Lebensäußerungen hat sich der Forstschutz, mit den Entwicklungsmöglichkeiten der Waldbau zu befassen. Die weitaus schwierigere Aufgabe fällt dem Forstschutz in der Bekämpfung des Käfers zu.

Nach meinen reichen und langjährigen Erfahrungen [1]) läßt sich der Maikäfer bei einer Verseuchung 3. und 4. Grades nur in der Imagoform wirksam bekämpfen. Sobald er als Ei, Larve oder Puppe sich im Boden befindet, ist jede Bekämpfung im großen wirtschaftlich untragbar.

Im kleinen dagegen wird die Engerlingsbekämpfung in Kulturen. um deren raschen Schluß zu fördern, zuweilen von Vorteil sein. Durch Ausheben scharf gezeichneter Engerlingsnester mit Hacke und Rechen kann oft mit kleinen Mitteln befriedigender Erfolg erzielt werden. Schweine- und Hühnereintrieb sowie Schwarzwildschonung können bei hohem Tierstand durch Vertilgung von Larven und Puppen bei niedrigem Seuchenstand von 1 und 2 vorbeugende, bei höheren Seuchengraden jedoch nur zusätzliche, niemals ganze Arbeit leisten. Vogelschutz hat nur Bedeutung als Teilnehmer an der Gleichgewichtserhaltung des eisernen Bestandes wie etwa der „geschonte“ Fuchs und Dachs. Den gleichen Wert resp. Unwert in der Seuchenbekämpfung, selbst niedrigen Grades, lege ich der in neuerer Zeit empfohlenen Engerlingsbekämpfung im Wege der Mohn- und Buchweizensaaten bei. Daß der Engerling im Gegensatz zu seinen sonstigen Gepflogenheiten im „Mohnfall“ statt seine Nährpflanzen sich selbst zu Tode frißt, klingt

[1]) Vgl. Artikel: „Ein Jahrzehnt im Kampfe mit dem Maikäfer“. Forstw. Centralblatt 1910, S. 633 u. Art.: „Ein Maikäferkrieg“. Forstw. Centralbl. 1911, S. 577.

nicht wahrscheinlich; näher läge Abwanderung. Alle diese Maßnahmen gegenüber Ei, Larve und Puppe betrachte ich nicht als Mittel, sondern als förderliche Hilfs- und Unterstützungsmittel zur Lösung der großen Aufgabe. Als Mittel kommt deshalb nur die Bekämpfung des Käfers in Betracht. Je nach ihrem Ziel können die Bekämpfungsmethoden des Käfers als Austreibungs-, Abwehr- und Vernichtungsmethoden unterschieden werden. Austreibung kann nur geübt werden vom Klein- und Kleinstwaldbesitz durch Aushieb der Fraßbäume — Laubholz und Lärchen. Die im Flugjahre auskommenden Käfer sind dann zur Auswanderung gezwungen und beglücken auf der Nahrungssuche die Nachbarschaft. Bei dieser Bekämpfungsmethode schädigt der Austreiber nicht bloß seinen Nachbarn, sondern auch sich selbst, indem er sich waldbaulicher Chancen und bodenkundlicher Vorteile entäußert. Austreibung ist selbstverständlich nur möglich in Nadelholzbeständen mit nur vereinzelter Laubholz- oder Lä-Beimischung.

Abwehr des Käfers zur Verhütung der Eiablage kann in Kulturen und Kämpen getroffen werden. Überstreuen der Kämpe und Kulturen mit Verwitterungsmitteln mildern die Eiablage erheblich (Naphthalin). In den Saatbeeten kann sogar unter bestimmten Voraussetzungen durch lückenlose Bestreuung der ganzen Kampfläche mit Kalkpulver durchschlagender Erfolg erzielt werden, wenn die ganze Flugzeit in eine Trockenperiode fällt. Eintretender Regen hebt sogleich die Schutzwirkung der Kalkdecke auf.

Weder der Austreibungs- noch der Abwehrmethode des Käfers kann im Sinne des Aufbaues käferfester, pflegefähiger Bestände irgendein Wert zuerkannt werden; denn durch beide Methoden wird für den deutschen Wald auch nicht eine einzige Faserwurzel gerettet. Austreibung und Abwehr des Käfers bedeuten lediglich Verlagerung des Schadenfeldes.

Die Lösung der gewaltigen Aufgabe, ein Maikäferrevier dritten Grades mit Totalverseuchung auf 3000 ha wieder der Gesundung entgegenzuführen, bleibt einzig und allein dem Vernichtungskampf des Käfers im großen vorbehalten. Nur dieser vermag dem Waldbau die nötige Stütze zum Aufbau maikäferfester, pflegefähiger Bestände zu gewähren. Von den Bekämpfungsmethoden des Käfers im großen ist nach den bisherigen Erfahrungen das von mir angewendete und ausgebildete Sektionsverfahren am wirksamsten. Die Hoffnungen, den Käfer im Großkampf mit Arsengiften zu vernichten durch Bestäubung der Bestände mit Flugzeugen von oben und von unten mit Motoren, sind bisher meines Wissens nicht erfüllt worden. Das Fraßgift frißt der Käfer nicht und das Berührungsgift berührt ihn nicht. Nach diesen Enttäuschungen und solange nicht ein tödliches Bestäubungsmittel gefunden wird, das der Käfer auch wirklich frißt, verbleibt als Großkampfmitel gegen den Käufer nurmehr das Sektionsverfahren: Aufteilen der Fangfläche an Sektionen und Abschütteln der Käfer auf untergebreitete, große Tücher. So roh dieses Verfahren an und für

sich ist, so muß es doch auf das Feinste auf die Lebensäußerungen des Käfers eingestellt sein, um den gewünschten Erfolg zu erzielen. Vor allem gilt es, des Käfers Schwächen restlos auszunutzen; denn sie sind die Stärke der Fangmethode. Die Schwächen des Käfers sind sein Herdentrieb und Feingeschmack. Der Herdentrieb veranlaßt den Käfer stets in großen Massen die gewählten Fangbäume anzufliegen und der Feingeschmack bestimmt diese Wahl. Während der ganzen Flugzeit werden nur die Bäume mit dem jeweils jüngsten und zartesten Laub zu Fraß und Begattung aufgesucht. Da nun die Bäume nicht alle zu gleicher Zeit austreiben und selbst innerhalb der gleichen Holzarten hinsichtlich der zeitlichen Begrünung große Unterschiede bestehen, so ergeben sich aus dieser phänologischen Erscheinung außerordentlich günstige Chancen für den Fang; sie müssen aber rechtzeitig erkannt und ausgewertet werden. Dies ist aber nur möglich bei Aufteilung der Seuchenfläche an Sektionen und tägliches Absuchen des zugeteilten Fangbezirks. Der Feingeschmack des Käfers, der ihm beim Bestäubungsverfahren mit Arsengiften zum Heile gereicht, wird ihm beim Sektionsverfahren zum Verhängnis. Diese phänologische Fangkonjunktur erstreckt sich leider nicht über die ganze Flugzeit, sondern nur über die erste und letzte Woche bei 6wöchentlicher Dauer. Mit Beginn des allgemeinen Laubausbruchs verteilen sich die Käfer mehr auf größere Flächen und erschweren durch die große Zunahme der Fangbäume das Fanggeschäft ganz erheblich. Aber immer wieder führt Herdentrieb und Feingeschmack die Käfer in großen Massen auf bevorzugten Bäumen zusammen. Gegen das Ende der Flugzeit, nach Verhärtung der Blätter, konzentriert sich der Anflug auf einzelne tiefwurzelnde und spät austreibende Eichen mit dem jüngsten Grün. Dicht danebenstehende Flachwurzler und Frühaustreiber sind für den Feingeschmack des Käfers ungenießbar und bleiben deshalb völlig unberührt.[1]) Die spät austreibenden Eichen sind daher für die Spätschwärme des Käfers ausgezeichnete Saugbäume und sichern dem Fanggeschäft einen äußerst ergiebigen Abschluß. Wird das Sektionsverfahren mehrere Flugjahre ohne Unterbrechung unter sachverständiger Leitung mit verlässigen Führern und Arbeitern fortgesetzt, so gewährt es dem Waldaufbau die ebenso notwendige wie sichere Stütze. Sache des Waldabbaus ist es dann nur, aus der Wirtschaftsgeschichte von Kandel Süd während der letzten 50 Jahre die Konsequenzen zu ziehen und alles zu vermeiden, was zu Entwicklungsmöglichkeiten des Maikäfers führt. Diese Wirtschaftsgeschichte ist eine ausgezeichnete Lehrmeisterin. Wie ich in einer Abhandlung vom Jahre 1916[2]) nachgewiesen habe, wurde die Massenmehrung des Maikäfers in Kandel Süd in den Jahren 1883—1895 durch den Femelschlagbetrieb auf Großschlägen mit langen Ver-

[1]) Damit beantwortet sich die Frage des Freiherrn von Bischoffshausen im Forstwirt 1935, Nr. 6.

[2]) Vgl. Artikel: „Maikäfer-Ökonomie und Waldwirtschaft". Zeitschrift für angewandte Entomologie Bd. III, Heft 2, S. 197.

jüngungszeiträumen ausgelöst und bis zum Jahre 1903 bis zum Seuchengrad 4 gesteigert. Mein dreimaliger Vernichtungskrieg gegen den Käfer in den Jahren 1903, 1907 und 1911 führte ihn auf der Wirtschaftsfläche auf den Seuchengrad 1 zurück. In den Beständen blieben jedoch noch belangvolle Käferreserven zurück. Diesen versuchte ich im Kriegsjahr 1915 den Garaus zu machen. Der Versuch mißlang [1]) infolge der Unzuverlässigkeit meiner Sektionen — Kriegsreklamierte — und der Unmöglichkeit der nötigen Kontrolle. Doch blieb durch diesen Fang wenigstens das Gleichgewicht gewahrt. Nun aber begann für Kandel Süd von neuem das Verhängnis:

1. durch die Kriegshiebe und
2. durch die Franzosenhiebe.

1. Das dem westlichen Kriegsschauplatz zunächst gelegene Forstamt hatte in den Jahren 1915 und 1916 große Mengen Kiefernstarkholz an die Militärverwaltung zu liefern. Um die Bestände nicht durchlöchern zu müssen, entnahm ich die geforderte Festmasse großen Kahlhieben. Leider konnte aus Mangel an Arbeitern und Krediten die Aufforstung mit den Kahlhieben nicht gleichen Schritt halten. Folge: Verödung und Maikäferbrutgelände.

Im Jahre 1917/18 erhielt ich den Auftrag, große Mengen Buchenholz zu Gewehrschäften zu liefern. Die Forderung lautete auf gerade, astreine Buchenstämme von 8—10 m Länge und 40 cm Mitteldurchmesser und höher. Die Lieferung solcher Stämme war eine regelrechte Jagd auf U-Bäume. Folge: Bestanddurchlöcherung und Aufforderung der Maikäfer zur Eiablage.

2. Das größte Verbrechen am Bienwalde begingen aber die Franzosen in den Jahren 1923/24 durch die berüchtigten Franzosenhiebe. [1]) Sie suchten im ganzen Amte die wertvollsten, geschlossensten und wüchsigsten Bestände aus, fällten sämtliche Nutzstämme und beließen auf der Bestandsfläche lediglich das unterdrückte Laubholzgestäng. Sie schufen damit ideale Maikäferparadiese in Ausdehnungen von 5—20 ha Einzelgröße.

Da 1919, 1923 und 1927 der Käfer nicht bekämpft werden konnte, war die Massenmehrung wieder derart, daß die Forstverwaltung im Flugjahre 1931 vor der Wahl stand, entweder große Kredite zur Bekämpfung bereitzustellen oder das Revier dem Maikäfer auszuliefern. Trotz der damaligen Geldnot wurde ein Bekämpfungskredit von 20 000 RM zur Verfügung gestellt. [2]) Unter der umsichtigen Leitung meines Dienstnachfolgers Heinz wurde dieser Kampf mit einem Ergebnis von 27 Millionen Käfern durchgeführt und so das Amt zum zweiten Male vor einer Katastrophe bewahrt; denn 300 Millionen Engerlinge wurden durch diese Maßnahme vorbeugend von einem 4jährigen

[1]) Vgl. Artikel: „Der Maikäfer im Bienwalde". Forstw. Centralbl. 1931, S. 457.

[2]) Von diesem Kredit wurden nur 14 000 RM verwendet, der Rest zurückerstattet.

Wettbewerb der Waldverwüstung im Bienwalde ausgeschlossen. Die Gefahr ist jedoch noch lange nicht gebannt. Bei einem Seuchengrad 3 löst sogar jede Unterlassung Massenvermehrung aus, besonders wenn sie von der Seite des Forstschutzes herrührt. 1935 ist für Kandel Süd Flugjahr. Dieses Jahr kann entscheidend sein für weitere Verseuchung oder beginnende Gesundung des schwer leidenden Reviers. Zur Einleitung der Gesundung und schließlichen Rückkehr normaler Verhältnisse wären nach meinen Erfahrungen folgende Maßnahmen zu treffen, getrennt nach Aufgaben des Forstschutzes, des Waldabbaus und des Waldaufbaus.

I. Aufgaben des Forstschutzes.

Das Flugjahr 1935 ist durch Bekämpfung im Sektionsverfahren bestens auszunutzen. Am günstigsten wäre eine Bekämpfung auf der gesamten Fläche von 3000 ha, womöglich unter Zuhilfenahme des Arbeitsdienstlagers Kandel mit 140 Mann Besatzung. Sollte wegen Beschränkung der Mittel die Bekämpfung auf der ganzen Fläche nicht möglich sein, so wären besonders jene Flächen gründlich abzufangen, wo ab- und aufgebaut werden will, damit nicht der Kulturbetrieb in einen Engerlings-Mästungsbetrieb ausartet. Die Bekämpfung ist den jeweiligen Verhältnissen entsprechend in den Jahren 1939 und 1943 fortzusetzen, wo voraussichtlich der Seuchengrad 1 wieder erreicht werden wird.

II. Aufgaben des Waldabbaus.

1. Das Laubholzgestäng als Nachlaß auf den Franzosenhieben ist in der Hauptsache rückgängig, zopftrocken und meist nicht mehr fängisch. Die Sektionen würden beim Fang im Verhältnis zum Erfolg zu viel Zeit verlaufen. Das Gestäng wäre deshalb vor dem Flugjahr insgesamt abzuräumen.

2. Als Großbrutplätze, die in jedem Flugjahre wegen Übervölkerung große Käfermassen an die Stangen- und Baumhölzer abgeben, sind die verlichteten Altholzbestände anzusehen. Diese Großbrutflächen sind in raschester Folge in großen Kahlhieben von N, O und S zu verjüngen. Der Kahlhieb von S hat den Vorzug stärkerer natürlicher Randbesamung.

3. Die Hiebstätigkeit auf allen übrigen Verjüngungsflächen wäre auf das Hiebsnotwendige zu beschränken zur Erhaltung der vorhandenen Bestockung und deren Anschlußfähigkeit.

4. Neue Anhiebe in Hauptnutzungen mit dem Ziele natürlicher Verjüngung wären vorerst zurückzustellen.

5. Durchforstungen in Stangenhölzern wären ohne scharfe Eingriffe nur mäßig zu führen und alle 3 Jahre zu wiederholen.

III. Aufgaben des Waldaufbaus.

1. Den Kahlhieben muß die Aufforstung auf dem Fuße folgen. Kann das anfallende Material nicht rechtzeitig verkauft und abgefahren

werden, so muß es gerückt werden. Nur im dritten Engerlingsjahr wird es sich empfehlen, das Material zu belassen und erst im Herbste oder nächsten Frühjahr aufzuforsten. Die Wiederbestockung hat mit derjenigen Holzart zu erfolgen, welche sich am raschesten schließt, in kürzester Zeit den Boden deckt und am wenigsten kostet, nämlich mit der Kiefer. Die Bestandesmischung erfolgt später nach der ersten Durchforstung etwa im 25. Jahre durch Unterbau mit Bu und Fi, dann aber sehr erfolgreich ohne jeden Ausfall. Die Kahlfläche ist streifenweise gut vorzubereiten und die Pflanzung mit gut bewurzelten Einjährigen in einem Dichtbestande von mindestens 25 000 Stück je Hektar durchzuführen.

2. Nachbesserungen sind hauptsächlich im vierten Engerlings- und im Flugjahr vorzunehmen, weil im vierten Engerlingsjahr die Fraßzeit am kürzesten und im Flugjahr das Nahrungsbedürfnis der jungen Larve am geringsten ist. Größere, zusammenhängende Fraßschäden auf den neuen Kahlhieben und den Franzosenflächen werden zweckmäßig durch Neubegründung wie zuerst wieder in Bestand gebracht. Mit dieser neuerlichen Bodenbearbeitung und Neubegründung verbindet sich ganz von selbst das Ausheben dieser Engerlingsnester mit Rechen und Hacke, eine Maßnahme, welche die Chancen dieser zweiten Kultur erheblich verbessert, aber nicht überall vollkommen sichert, weil eben nicht alle Engerlinge gefunden werden. Kleinere Fraßschäden in Löchern und Buchten werden durch Ein- und Zusammenrücken der vom Engerling verschonten Pflanzen geheilt. Ältere Kleinlücken, besonders auf den Franzosenflächen, sind mit gesunden, starken Ballenpflanzen so lange zu füllen, bis völlige Bodendeckung erzielt ist.

3. Die Eichen- und Kiefernstangenhölzer sind, wie es bisher schon großzügig angebahnt wurde, mit Bu resp. mit Bu und Fi in engem Verbande zu unterbauen.

4. Die Baum- und angehend haubaren Bestände sind, soweit es nötig ist, auf ganzer Fläche, im übrigen nur jene Teile, welche Verlichtung zeigen oder der Verlichtung entgegengehen, vorbauweise mit Bu, Ta, Fi zu unterstellen. Sobald diese Vorbauflächen in Schluß kommen und den Boden vollkommen decken, kann die Vorratspflege im Herrschenden ihren ordnungsgemäßen Anfang nehmen.

5. Zur Lösung dieser gewaltigen Kulturaufgabe sind in den Saatbeeten und Kämpen, event. durch Neuanlagen in den nassen Revierteilen, große Vorräte an Kie, Fi, Ta usw. Pflanzen nachzuziehen und für den jederzeitigen Bedarf bereit zu halten.

Wenn nach diesen Richtlinien verfahren wird, so erwarte ich nach 3maliger, ordnungsgemäßer Bekämpfung des Käfers im Sektionsverfahren — also nach 12 Jahren — als Erfolg:

1. Zurückführung der Verseuchung von Grad 3 auf Grad 1 auf ganzer Fläche,
2. 2000 ha maikäferfester, 2stufiger, zur Vorratspflege geeigneter Hochwaldbestände — einschließlich der von mir und meinem

Dienstesnachfolger in diesem Sinne bereits behandelten Bestände —,

3. Zuwachsmehrung um durchschnittlich 1 fm je Hektar = 3000 fm,
4. Abminderung des Kulturkredits auf einen Bruchteil des bisherigen Bedarfs,
5. Abminderung der Kosten für Pflanzenzucht aus 1/4 des bisherigen Aufwands, und endlich
6. Ermöglichung einer normalen Wirtschaft mit Naturverjüngung im Blendersaumverfahren.

Die Erreichung dieses Ziels ist nach meinen Erfahrungen nur über einen zeitlichen Kahlschlagbetrieb möglich mit gleichlaufendem Vernichtungskampf gegen den Käfer. In der großen Praxis richtet sich der Vernichtungskampf, wohl aus Scheu vor dem Aufwand zur einmaligen Beschaffung der Fangmittel (Tücher, Eimer usw.), fast ausschließlich gegen den Engerling.

Alljährlich werden im deutschen Walde große Summen für Bekämpfung des Engerlings verausgabt — nach erfolgtem Schaden.

Alljährlich werden zur Heilung der Engerlingsschäden große Teile des Kulturkredits verwendet.

Alljährlich stellt das Nahrungsbedürfnis der Engerlinge an die Pflanzenzucht hohe, kostspielige Anforderungen.

Alljährlich werden auf den Engerlingsflächen große Zuwachsverluste nachgewiesen.

Würde die Summe dieser alljährlich wiederkehrenden 4 Passivposten vorbeugend alle 4 Jahre einmal zur Vernichtung des Käfers Verwendung finden, so würden

die Engerlingsklagen in vielen Revieren verstummen,

die Lautstärke dieser Klagen erheblich abnehmen in dem Rest dieser Reviere,

Buchweizen und Mohnbau könnte der Landwirtschaft überlassen,

die Schonzeit für Fuchs und Dachs mit sofortiger Wirkung aufgehoben werden und eine

Prüfung über die Zulässigkeit der Vorratspflege würde sich in vielen Revieren erübrigen.

Der große Eichenbock, Cerambyx cerdo L., seine Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung.

Von

D. F. Rudnew, Kiew.

(Mit 14 Abbildungen und 3 Kurventafeln.)

Die Vermehrung des großen Eichenbocks in den Eichenwäldern der Ukraine hat in den letzten Jahren so stark zugenommen, daß die Nutzholzausbeute in verschiedenen Steppenrevieren sehr beträchtlich zurückging.

Um einen genügenden Einblick in die Lebensweise des Schädlings zu gewinnen, den Umfang des angerichteten Schadens zu ermitteln, sowie eine effektive Bekämpfungsmethode auszuarbeiten, hat der Verfasser in den Jahren 1927—1933 auf Veranlassung der Allukrainischen Forstverwaltung 30 Oberförstereien mit insgesamt 140 000 ha Eichenbestände auf Bockkäferschaden untersucht.

Die vorliegende Arbeit ist ein Auszug aus der russischen Monographie des Verfassers über den großen Eichenbock.

Morphologie.

(Synonime: *Cerambyx heros* Fabr. = *C. heros* Scop. = *Hammaticheros heros* Merer.)

Imago. Länge 30—35 mm, Breite 8—14 mm, schwarz. 2. Fühlerglied am Innenrand so lang wie breit. Fühler des Männchens bedeutend länger als der Körper, deren letztes Glied deutlich länger als das vorletzte. Fühler des Weibchens so lang oder kürzer als der Körper, letztes Fühlerglied so lang oder kürzer als das vorletzte.

Halsschild grobrunzelig, mehr glänzend als die übrigen Körperteile, in der Mitte breiter und an den Seiten mit je einem spitzen Dorn.

Schildchen klein, dreieckig.

Flügeldecken nach hinten zu allmählich schmaler, vorn schwarz, nach hinten ins rotbraune übergehend; Flügeldeckenspitze abgestutzt, Nahtspitze mit einem kleinen, leicht nach innen gerichteten, spitzen Zähnchen. Oberseite mit spärlichen, sehr feinen Härchen.

Beine kräftig. lang, mit kurzen, dunkelgrauen Härchen, besonders deutlich an Schienen und Füßen (Abb. 1).

Jungkäfer mit weicher, schwach gefärbter Chitindecke und stark aufgetriebenem Hinterleib (Fettansammlung), der allmählich bis zur Normalgröße (erwachsener Käfer) abnimmt (Abb. 5).

Ei. Länge 2,5—4 mm, Breite 1,5—2 mm. Gelblich. Oberfläche mit kleinen, dicht stehenden Höckerchen. Die eine Spitze glatt, die andere grobrunzelig.

Vollwüchsige Larve. Länge bis 90 mm, Breite bis 18 mm. Gelblich, mit dunkelbraunen Kiefern. Pronotum mit einer runzeligen Chitinplatte mit abgerundeten Ecken.

Abb. 1. *Cerambyx cerdo* L.

Brust- und Bauchsegmente oben und unten mit je einer gerunzelten, mit einer Querfurche versehenen Platte. Beine sehr klein, rudimentär (Abb. 3).

Puppe. Länge 40—70 mm, Breite 10—15 mm. Weißlichgelb. Schienen an die Oberschenkel gedrückt, Füße nach hinten gerichtet. Fühler beim Männchen bogig an-

Abb. 2. Teilansicht des Eies.

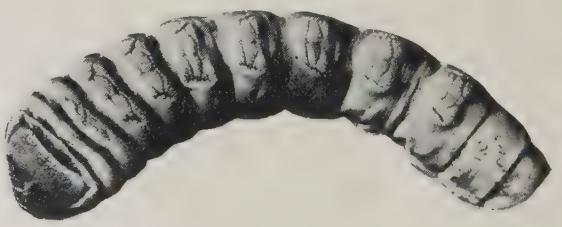


Abb. 3. Vollwüchsige Larve.

einander gefügt und bis zum vorletzten Sternit reichend, Fühlerspitzen an die Hinterbeine gestützt. Fühler des Weibchens kürzer, nur bis zum 4. Sternit reichend, deren Spitzen fast aneinanderstoßend (Abb. 4).

Lebensweise.

Geographische Verbreitung.

Cerambyx cerdo ist in ganz Europa, insbesondere in südeuropäischen Ländern, ziemlich weit verbreitet.[1]) In Italien, Frankreich und den Balkanstaaten kommt er sehr häufig vor und richtet dort oft erheblichen Schaden an. Nicht selten trifft man ihn in den Eichenbeständen Süd- und Nordostdeutschlands, dagegen nicht oder nur vereinzelt im Nordwesten des Reiches (Altum 1).

Die Angaben über die Verbreitung von *C. cerdo* in Rußland sind recht spärlich. Nach Judeich und Nitsche (9) und Escherich (8) soll

Abb. 4. Puppen. Links ♂, rechts ♀.

er in Rußland überhaupt nicht vorkommen. Dies trifft jedoch nicht zu: der große Eichenbock ist in Rußland wiederholt, ja sogar als Massenschädling, festgestellt worden. So fand ihn Ssacharoff (36) im Gouvernement Saratow, Tscherkunoff (38) in der Umgebung von Kiew, N. K. Stark im Gouvernement Kursk, Lebedev im Nordkaukasus und an der Südküste der Krim. Mokrzecki (33) weist bereits 1901 auf *C. cerdo* var. *acuminatus* Motsch. als Massenschädling der krimschen Wälder hin. Nach Angaben von Belajeff (36) gehört der große Eichenbock zu den Urbewohnern des Orlowschen Gebiets. Nach den von mir gemachten Feststellungen tritt der Eichenbock in fast sämtlichen Oberförstereien der Waldsteppenzone auf. Die Ostgrenze seines Verbreitungsgebiets in der

[1]) In Südeuropa wird *C. cerdo* häufig durch verwandte Formen, *C. velutinus* Br. und *C. cerdo* var. *Mirbecki* Luc. — dieser auch in Nordafrika verbreitet — vertreten.

Ukraine fällt mit dem Dnjepr zusammen,[1]) der nördlichste Fundort liegt in der Oberförsterei Bjelokorovitschkoje (Kreis Korostjensk), im Süden kommt er überall vor, wo nur alte Eichenbestände vorhanden sind.

Nährpflanzen.

Der Hauptbrutbaum von *C. cerdo* ist die Eiche (verschiedene *Quercus*-Arten). Schiödte (20) und Xambeu (24) führen ferner die Buche und Cecconi (5) auch die Esche an. Keller (11) fand *cerdo*-Larven an Esche und die Fraßgänge im Walnußholz, Nördlinger (15) sogar am Apfelbaum. Bei der letzteren Angabe handelt es sich höchstwahrscheinlich nicht um *C. cerdo*, sondern um *C. scopolii* Laich., der gerne an verschiedenen Obstbaumarten brütet.

Flugzeit.

Literaturangaben über das Erscheinen und die Flugzeit des Käfers sind recht dürftig. Die meisten Forscher stellen nur fest, daß das Schwärmen im Juni—Juli stattfindet. In der Ukraine beginnt die Flugzeit gewöhnlich Mitte oder Ende Mai, je nach Temperaturverhältnissen. 1926 begann der Flug bei mittlerer Dekadentemperatur von 16,4°, 1927 bei einer solchen von 16,6° und 1928 bei 16,4°. Das Erscheinen der ersten Bockkäfer in der Ukraine fällt zeitlich zusammen mit dem Ausschlagen des Laubes bei der Winterrasse der Stieleiche (*Quercus pedunculata* var. *tardiflora* Czern.), mit dem Blühen der Maiglöckchen, Ährenbildung beim Roggen und dem Abblühen der Schlehe.

Abb. 5. Jungkäfer.

Das Ausfliegen der Jungkäfer aus den Puppenwiegen dauert 2—3 Wochen und hört etwa Mitte Juni auf. Die Hauptschwärmzeit fällt auf den Monat Juni; sodann nimmt die Zahl der Käfer zusehends ab, einzelne Exemplare können aber bis Mitte August beobachtet werden.

Nach Angaben der meisten westeuropäischen Forscher fliegt der große Eichenbock nur abends oder gar nachts (Calvers 4), während er am Tage in seinen Gängen oder sonstigen Verstecken sich verborgen hält.[2]) Ratzeburg (18) berichtet, daß die Käfer mit der Laterne leicht zu fangen sind. In den südrussischen Wäldern fliegt *C. cerdo* am Tage,

[1]) Östlich des Dnjeprs ist er bisher nur bei Tschernigow und Borispol gefunden worden.
[2]) Nur Mayet (14) hat ihn am Tage, von 3 Uhr nachmittags an, beobachtet.

gewöhnlich von 1 Uhr nachmittags an, abends verkriecht er sich. Es ist wiederholt beobachtet worden, wie die Käfer zur Nachtruhe ihre Gänge aufsuchten oder auf dicken Zweigen sich aufhielten.

Eiablage.

In Übereinstimmung mit Lunardoni (13), Cecconi (5), Barbey (2) u. a. konnte ich feststellen, daß die Eier einzeln in Rindenritzen abgelegt werden (Abb. 6). Mitunter wurden allerdings 2—3, ja sogar bis 5 Eier an einer Stelle angetroffen. Höchstwahrscheinlich stammten sie aber von mehreren Weibchen her, da sie zu verschiedener Zeit Eilarven lieferten. Manchmal werden die Eier mit solcher Gewalt in Rindenrisse, Ritze u. dgl. hineingezwängt, daß sie plattgedrückt oder sonstwie deformiert werden, doch ohne daß die Embrionalentwicklung dadurch gestört wird.

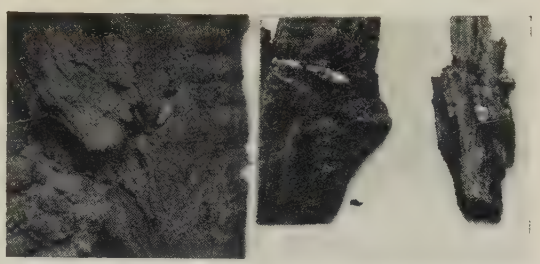


Abb. 6. Eier in Rindenrissen.

Entwicklung.

Die Entwicklungsdauer des großen Eichenbocks ist nach Wimmer-Fürst (23), Reitter (19) u. a. 3—4jährig, nach Barbey (2) und Cecconi (15) vorwiegend 4jährig, nach Nüßlin-Rhumbler (17) mehrjährig. Nach Lindemann (32) und Gornostajev (27) nimmt die Entwicklung der Larve 2 Jahre in Anspruch, die volle Entwicklungsdauer wäre demnach eine dreijährige. Schließlich hält Cholodkovsky (37) die Frage über die Generationsdauer von *C. cerdo* für ungeklärt. Bedauerlicherweise ist in der Literatur nirgends auf die Methoden hingewiesen worden, wie einzelne Autoren die Dauer der Entwicklung festgestellt hatten. Bei der Klärung dieser Frage habe ich Stubben auf Schlägen verschiedenen Alters auf Bockkäferlarven untersucht. Nach früher gemachten Feststellungen nämlich, hat es sich gezeigt, daß die Stubben auf einer Schlagfläche fast gleichalterige *cerdo*-Larven beherbergen, ferner, daß der größte Teil der Stubben bereits im ersten Jahre nach dem Hiebe vom Eichenbock mit Eiern belegt wird. Untersucht man also die Stubben auf verschiedenalterigen Schlägen, so ist die ganze Entwicklung von *C. cerdo* in allen ihren Stadien leicht zu verfolgen. Zu beachten ist jedoch, daß nur Stubben auf Schlagflächen mitten im Walde für solche Zwecke geeignet sind. Stubben an Bestandesrändern, auf Räumden oder alten Kulissen sind für derartige Untersuchungen unbrauchbar, da sie gewöhnlich älteren Angriff aufweisen.

Die junge Larve des Eichenbocks verläßt die Eischale in der Regel 12—14 Tage nach der Ablage. Ihre Größe zu dieser Zeit schwankt

zwischen 2—4 mm (Abb. 7). Am Schluß der Vegetationsperiode mißt sie bereits 15—20 mm. Nach der Überwinterung in der Rinde setzt sie im nächsten Frühjahr ihren Fraß fort und erreicht am Ende der zweiten Vegetationsperiode eine Größe von 50—60 mm (Abb. 7). Zu ihrer Ernährung bedarf die Larve nicht nur der Holz-, sondern offenbar auch der Bastteile des Stammes, denn sie kehrt regelmäßig aus ihrem, im Holz angefertigten Gang zurück, um am Baste zu fressen. Gegen die Mitte der zweiten Vegetationsperiode ist die Larve vollwüchsig und erreicht die Größe von 70—90 mm (Abb. 7). Anfang Juni beginnt sie mit der Anfertigung der Puppenwiege und Ende des Monats kann man bereits fertige

Abb. 7. *1* Ei, *2* Eilarven, *3* einsömmerige Larven, *4* zweisömmerige Larven, *5* Larven im dritten Sommer.

Puppenwiegen mit verpuppungsreifen Larven antreffen. Die volle Entwicklung der Larve nimmt also zwei Jahre in Anspruch. In Deutschland verpuppen sich die *cerdo*-Larven nach Angaben Ratzeburgs (18) im Herbst oder im Frühjahr, in Italien (Cecconi 5) im Herbst. In Südrußland geschieht die Verpuppung nur im Sommer; nach den in den letzten vier Jahren gemachten Beobachtungen ist die Hauptverpuppungszeit des Käfers Ende Juli—Anfang August und die Dauer der Puppenruhe 5—6 Wochen, die letzte Puppe wurde am 30. August beobachtet.

Die ersten Jungkäfer schlüpfen, nach den Beobachtungen in der Oberförsterei Tschernolesskoje, Anfang August, erst die Männchen, etwas später die Weibchen. Die Mitte August in diesem Revier vorgenommene Untersuchung der Brutstätten von *C. cerdo* hat ergeben, daß die Jungkäfer bei weitem zahlreicher vertreten waren als die Puppen. Im Winter konnte man, beim Zerhauen der befallenen Eichen, entweder Larven ver-

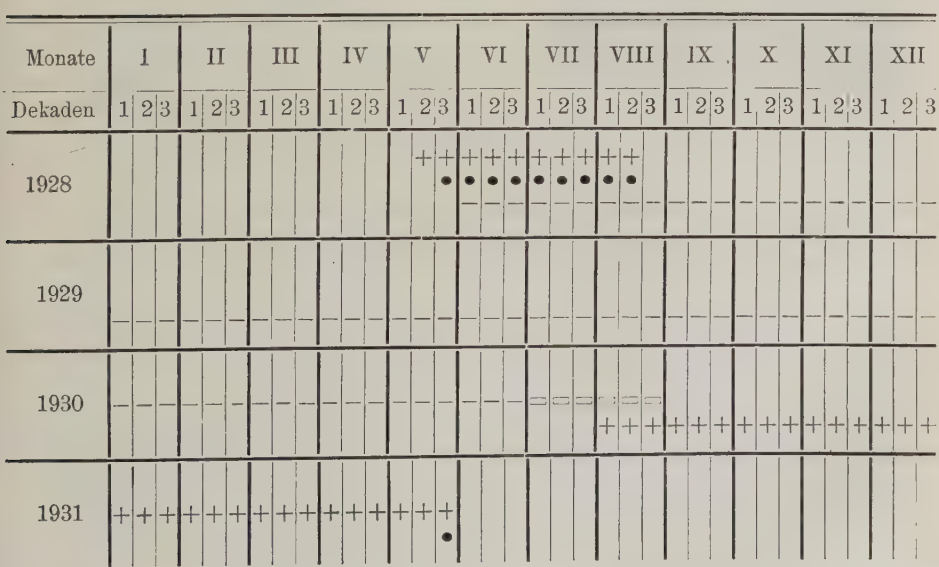
schiedenen Alters oder bereits vollständig ausgefärbte Käfer finden. Überwinternde Puppen sind bisher von keinem Forscher gefunden worden. Judeich und Nitsche (9) und später auch Escherich (8) vermuten, gestützt auf das Vorfinden von vollwüchsigen Larven und Jungkäfern im Januar, daß die Verwandlung in Jungkäfer im Winter vor sich geht. Ich halte es jedoch für mehr wahrscheinlich, daß die im Januar gefundenen Jungkäfer ihre Verwandlung bereits im Herbst durchgemacht hatten, sowie daß die Larven sich erst nach der Überwinterung verpuppen werden.

Über den Aufenthaltsort des Jungkäfers nach dem Schlüpfen aus der Puppenhülle berichtet Cecconi (5), daß er schon im Herbst die Puppenwiege verläßt, um diese aber bald wieder aufzusuchen. Nach Taschenberg (21) hält sich der noch unausgefärbte Jungkäfer im Ausflugsgange auf, mitunter sogar mit nach außen ausgestreckten Fühlern. In unseren Wäldern verläßt er die Puppenwiege erst im Frühjahr nach der Überwinterung. Mithin verbringt *C. cerdo* von seinem Imaginalleben, das 11 bis 13 Monate dauert, 10—11 Monate ruhend in der Puppenwiege und nur 1—$2^1/_2$ Monate draußen im Freien. Der Generationenwechsel wird nicht von ausgeprägten Flugjahren begleitet.

In der nachstehenden Tabelle, die auf Grund von Analysen der Stubben verschiedenalteriger Schläge aufgestellt ist, wird der ganze Entwicklungszyklus des Eichenbocks veranschaulicht.

Tabelle 1.

Entwicklungsgang von *Cerambyx cerdo*.



Zeichenerklärung: + Imago, • Ei, — Larve, ▭ Puppe.

Für das von uns untersuchte Gebiet erweist sich die Generation von *C. cerdo* in der Regel als eine dreijährige. Allerdings kann die Dauer der Entwicklung durch Veränderungen der Lebensbedingungen, namentlich der Feuchtigkeit des Brutmaterials, stark beeinflußt werden. In diesem Sinne ist auch die Beobachtung von Noerdlinger (15) zu deuten, wonach eine 1843 gefundene vollwüchsige *cerdo*-Larve, die in einem trockenen Holzstück aufbewahrt wurde, erst 1847 den Käfer lieferte. Höchstwahrscheinlich durch diese Tatsache verleitet, nahmen verschiedene Autoren für *C. cerdo* eine fünfjährige oder noch längere Generationsdauer an.

Die Erkennung des Fraßes und die Form der Gänge.

Das erste Zeichen der begonnenen Larventätigkeit ist das sehr feine dunkle Bohrmehl, das an den Eiablagestellen heraustritt. Bis zum Schluß der ersten Vegetationsperiode nagt die Larve lediglich in der toten Rindenschicht. Der Anfangsgang hat eine unregelmäßige Form mit Seitenausnagungen und ist gewöhnlich mit Bohrmehl gefüllt. Bis etwa zur Mitte der zweiten Vegetationsperiode setzt die Larve ihren Rindenfraß fort; sie verbringt also ungefähr ein Jahr in der Rinde. Sodann beginnt sie an den Splintteilen zu fressen; hierdurch entsteht Saftfluß, der durch schwarze Flecke am Stamm zu erkennen ist.[1])

Abb. 8. Flugloch.

Kurz vor ihrer Verpuppung, im Sommer des dritten Jahres, schließt die Larfe die Anfertigung des Ausflugganges ab, richtet die Puppenwiege ein und nagt in der Rinde ein ovales Flugloch (Abb. 8).

Nach C. Graveri (6) verpuppt sich die *cerdo*-Larve in einem aus Erde, Nagsel und Speichel gemachten Kokon an der Basis der Stämme und liefert die fertige Imago im Juni. Offenbar handelt es sich hierbei um eine Verwechslung der *cerdo*-Larven mit solchen von *Cossus cossus*.

Über den Bau und die Form des Larvenganges findet man in der Literatur recht divergierende Angaben. So berichtet Barbey (2), daß die Larve mehrere sowohl nach oben als auch nach unten orientierte Gänge nagt, zur Verpuppung aber einen besonderen Gang anfertigt. Nach Westwood (22), Cholodkovsky (37), Gornostajev (27) u. a. verlaufen die Gänge nach allen Richtungen, nach Ratzeburg (18) und Taschenberg (21) sind sie sogar schraubenförmig. Das von uns bei sorgfältigster

[1]) Der Saftfluß an Eichen wird nicht nur durch *cerdo*-Larven, sondern auch durch die Raupen von *C. cossus*, ferner auch durch Frostrisse und mechanische Beschädigungen hervorgerufen.

Untersuchung der befallenen Eichen gesammelte Material gestattet uns aber, diese Angaben dahin zu berichtigen, daß jeder Larve des Bock-

Abb. 9. Eichenbrett mit Gängen des großen Eichenbocks. (Tangentialschnitt.)

käfers nur ein Holzgang entspricht, und daß die Larve sich nur in diesem Gang mit dem zugehörigen Platzgang im Baste aufhält. Werden leere Gänge im Holz angetroffen, so bedeutet das, daß diese vom Käfer, nicht aber von der Larve verlassen sind. Die Gänge von *C. cerdo* im Holz sind weder unregelmäßig noch verworren, sondern von einer ganz bestimmten, für viele holzbrütende Bockkäfer charakteristischen Form. Um eine richtige Vorstellung über die Form des Ganges zu erhalten, muß das Holz radial durch das Flugloch geschnitten werden. Schneidet man es in anderer Richtung (z. B. Quer- oder Tangentialschnitt), so erhält man die verschiedenartigsten Fraßfiguren, wonach, besonders bei starkem Befall, die tatsächliche Form und Größe des Ganges unmöglich festzustellen ist. (S. Abb. 9 und 10.)

Der typische Larvengang von *C. cerdo* liegt praktisch in radialer Ebene. Der Eingangskanal verläuft erst etwas schräg nach oben, biegt

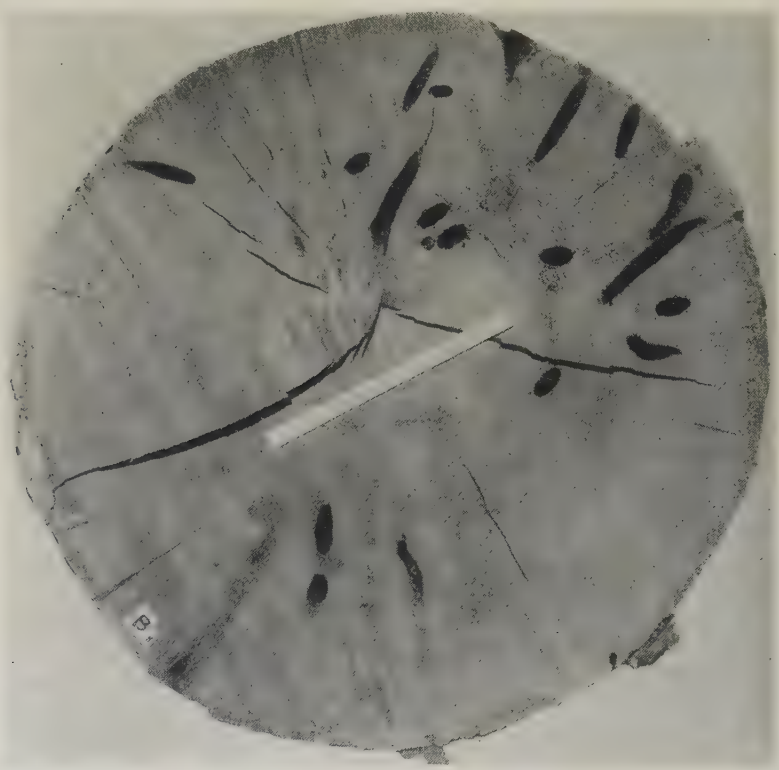


Abb. 10. Querschnitt einer von *Cerambyx cerdo* L. befallenen Eiche. Durchmesser 65 cm.

sodann jäh nach unten und endet mit der Puppenwiege (Abb. 11). Die Fraßfigur ist also ein typischer Hakengang. Durchgehende Gänge, wie es Jelatschitsch (29) gesehen haben will, machen *cerdo*-Larven nicht. Im

Gegenteil, sie meiden stets die Oberfläche, daher sind ihre Gänge im schwachen Material oft gekrümmt.[1])

Die Gesamtlänge des Larvenganges mit der Puppenwiege schwankt zwischen 15 und 50 cm. Die Wände der Puppenwiege werden mit feinem

Abb. 11. Typischer Gang mit dem Jungkäfer in der Puppenwiege. (Radialschnitt.)

Nagsel ausgekleidet und der Boden erst mit gröberen, dann feineren, weichen Spänen festgestopft. Von oben wird die Wiege mit einer Schicht langer Nagespäne, dem Kalkdeckelchen und einer anderen, unter diesem befindlichen festen Schicht feiner Bohrspäne sorgfältig verschlossen. Dieser Verschluß aus Spänen und festem Deckel dient einerseits zur Regulierung der Temperatur in der Wiege, anderseits aber als Schutz gegen das Eindringen der Feinde.[2])

[1]) Unregelmäßige *Cerambyx*-Gänge kommen auch in ästigen Stammteilen oder Wucherungen vor.

[2]) Häufig konnte beobachtet werden, daß die in Stubben angefertigten Gänge des Bockkäfers mit Ameisen und ihren Larven bis an das Deckelchen gefüllt waren, welches letztere sie jedoch nicht überwinden konnten. Bei Beschädigung des Deckelchens aber, drangen die Ameisen in die Wiege und vernichteten sehr schnell den Insassen.

Barbey (2) hält, gestützt auf das Vorfinden einer toten Puppe unter unbeschädigtem Deckelchen, daß letzteres bisweilen so fest ist, daß die Puppe es nicht durchzubrechen vermag und deshalb umkommen muß. Daß diese Schlußfolgerung jedoch nicht stichhaltig ist, leuchtet ein, da die vollständig hilflose Puppe nicht imstande ist, das Deckelchen beiseite zu schaffen; sogar der junge Käfer verbringt unter seinem Schutze einige Monate und nur die vollentwickelte Imago mit hartgewordenem Chitinpanzer vermag es, das Deckelchen durchzubrechen. Das Eingehen der

Abb. 12. Stammabschnitt einer Eiche mit überwallten Gängen. Links: von außen, rechts: von innen.

Puppen in der Wiege ist daher nicht auf besondere Härte und Festigkeit des Deckelchens, sondern mit größter Wahrscheinlichkeit auf eine Krankheit zurückzuführen.

Beim Zerhauen befallener Eichen habe ich in den Wiegen mit unbeschädigtem Deckelchen im ganzen 30 tote Puppen und 405 tote Jungkäfer, die sämtlich von einem Pilz befallen waren, feststellen können.

Nachdem der Käfer den Gang verlassen hat, wächst die durch die Larve verursachte Beschädigung allmählich zu. Nach 2—3 Jahren ist die Wunde vollständig überwallt und nur eine Narbe deutet auf jene Stelle hin, wo früher das Flugloch war. Im Laufe der Zeit verschwindet auch diese, so daß man nur durch Zufall, beim Abschälen der Rinde, alte Bohr-

mehlklumpen und hinter diesen, oft von Dutzenden von Jahrringen überwallt, den alten, schwarz gewordenen Gang antreffen kann (s. Abb. 12). So konnte an einer Eiche ein alter Gang bloßgelegt werden, der von 84 Jahrringen überwachsen war.

Die Schnelligkeit des Heilungs- und Überwallungsvorganges ist vom Gesundheitszustand des Baumes sowie vom Beschädigungsgrad abhängig. Stark angegriffene Stämme sind oft nicht imstande, die Wundstellen zu überwallen. Geht der Baum ein, so finden sich an befallenen Stellen sekundäre Schädlinge ein, wie *Xyleborus*-Arten *Valgus hemipterus, Apate capucina* u. a., die das Holz ganz zerstören.

Alte verlassene Gänge des Eichenbocks werden oft als Unterschlupf von verschiedenen Tieren, so z. B. von kleinen Fledermäusen, heimgesucht; in einem alten *cerdo*-Gang wurde einmal sogar eine 50 cm lange Ringelnatter gefunden.

Die Verteilung des Bockkäferangriffs am Baum.

Zur Ermittlung der Besonderheiten der Verteilung des Bockkäferfraßes am Stamm sowie zur Erforschung seiner Feinde und Krankheiten sind Analysen von 17 befallenen Eichen gemacht worden. Solche Analysen werden in folgender Weise ausgeführt:

1. Der zu untersuchende Stamm sowie der Standort werden beschrieben.
2. Der belichtete und der beschattete Sektor des Stammes werden markiert.
3. Der Stamm wird in Meterabschnitte zerschnitten.
4. Der Mittenumfang jedes Meterabschnittes wird gemessen.
5. Die Abschnitte werden zerhauen und für jeden Sektor die Zahl der bewohnten Gänge sowie die Zahl der alten Gänge mit Angabe des Entwicklungsstadiums und des Gesundheitszustandes (lebend, tot) ermittelt.

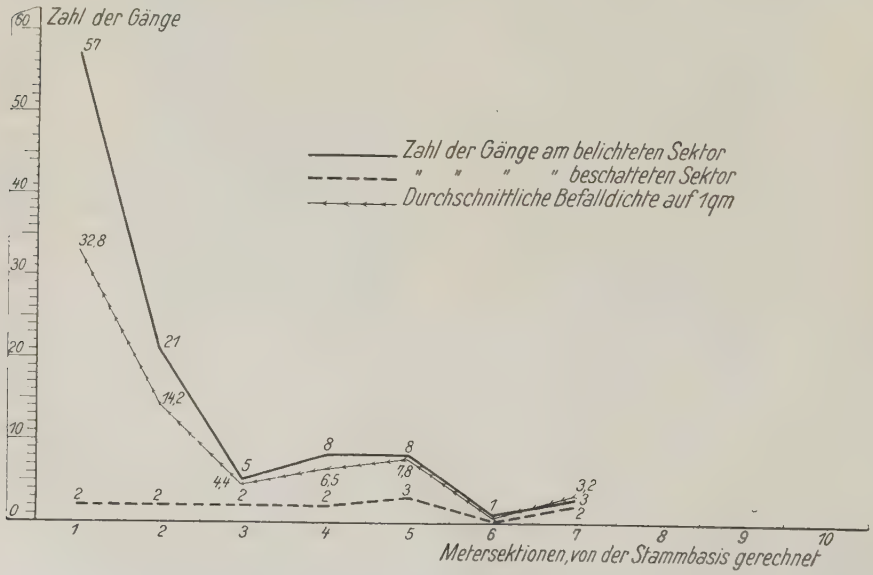
Um etwaigen Zusammenhang zwischen der Durchwärmung des Stammes und der Befalldichte von *C. cerdo* zu ergründen, wurde für jeden Meterabschnitt das prozentuelle Verhältnis zwischen der Zahl der Gänge an den in Frage kommenden Sektoren und der Gesamtzahl der Gänge am betreffenden Meterabschnitt berechnet. Die ermittelten Resultate wurden dann nach der variationsstatistischen Methode bearbeitet. Aus dem erhaltenen hohen Korrelationskoeffizient ($r = 0{,}840 \pm 0{,}014$) kann man schließen, daß der belichtete Sektor des Stammes in weit stärkerem Maße vom Eichenbock angegangen wird als der beschattete. Bei übermäßiger Trockenheit zieht der Käfer mitunter die beschattete Seite vor. Am häufigsten kommt dies an Gipfelpartien vor, die durch die Dürre am meisten leiden. An frischen, saftreichen Eichen jedoch ist es stets die belichtete Seite, die zuerst und auch dichter besiedelt wird.

Innerhalb des Territoriums der Ukraine können zwei Hauptvermehrungsgebiete des Eichenbocks ausgeschieden werden: 1. Das süd-

liche Gebiet, umfassend die Reviere Tschernolesskoje, Tschigirinskoje, Kamenskoje, Smelanskoje, Tscherkasskoje und Krementschugskoje und 2. das nördliche Gebiet, umfassend die Oberförsterei Korabelnoje. Die geographische Lage sowie die Verschiedenheiten der Standortsverhältnisse und der Wirtschaftsmethoden in beiden Gebieten drückten ihren Prägel auch auf die Art des Befalls am Einzelstamm.

Charakteristisch für das südliche Vermehrungsgebiet des Eichenbocks ist die Konzentrierung des Angriffs auf die unteren Partien des Stammes (Kurventafel 1). In einzelnen Fällen erstreckt sich die ganze Befallzone nur auf den untersten Meterabschnitt des Stammes. Eine solche Lokalisierung des Befalls auf den basalen Teil ist mit größter Wahrscheinlichkeit auf folgende Ursachen zurückzuführen.

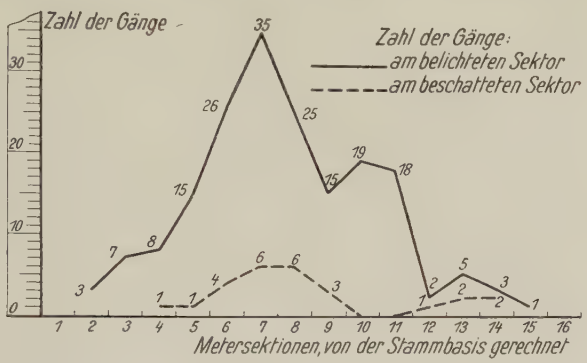
Zunächst ist die Umtriebszeit der Eiche im südlichen Gebiet nur 100—120 jährig und die Stammstärke dementsprechend von mäßigen Dimensionen. Ferner sind die in Frage kommenden Eichen II.—III. Bonität und zeichnen sich durch relativ tief sitzende, den oberen Teil des Stammes beschattende Krone aus. Dadurch wird für den Bockkäfer der Zugang zu den unteren Stammteilen ermöglicht und auch begünstigt. Ferner hat daß Fehlen dichter Vorwüchse und der Strauchflora in diesen Beständen dieselbe Wirkung. Solche Lokalisierung des Angriffs am Stamm ist



Kurventafel 1. Die Verteilung der Gänge von *Cerambyx cerdo* L. in verschiedener Höhe und an verschiedenen Sektoren des Stammes. Südliches Vermehrungsgebiet (Oberförsterei Smelanskoje).

von direkter praktischer Bedeutung, insofern als man den Befall ohne Schwierigkeiten rechtzeitig erkennen kann. Hinsichtlich der Bekämpfungstechnik wird aber die Arbeit erschwert, da die befallenen Stämme so tief wie möglich abzuholzen, ja am besten zu roden sind.

Betrachtet man die Analysen der befallenen Eichen aus dem nördlichen Vermehrungsgebiet (Kurventafel 2), so ersieht man, daß die maximale Befalldichte am Stamm für beide Sektoren nicht am Basalteil des Stammes, sondern viel höher, gewöhnlich in 5—8 m Höhe, liegt; das unterste Stammeter ist häufig ganz frei von Bockkäfergängen. Dieses abweichende Verhalten des Eichenbocks im nördlichen Gebiet beruht darauf, daß die Eiche hier mit 200—240 jährigem Umtrieb bewirtschaftet wird und sich durch bedeutende Stammstärke und Höhe (I. Bonität) auszeichnet.



Kurventafel 2. Die Verteilung der Gänge von *Cerambyx cerdo* L. in verschiedener Höhe und an verschiedenen Sektoren des Stammes. Nördliches Vermehrungsgebiet (Oberförsterei Korabelnoje).

Entscheidend für die Entwicklung des Bockkäfers ist hier also nicht mehr das Vorhandensein der zum Brüten passenden Dimensionen, da solche in Überfülle zu haben sind, sondern der Grad der Durchwärmung der Brutstätten, die im allgemeinen etwas schwächer ist als im südlichen Gebiet. Auch der hier geschlossene, die unteren Stammpartien beschattende Jungwuchs zwingt den Bockkäfer, höher gelegene Stammteile aufzusuchen. Doch geht er in den meisten Fällen nicht höher aufwärts, als bis zu dem von den untersten Zweigen beschatteten Teil des Stammes. Am absterbenden Baum werden auch die basalen Teile dicker Äste befallen, im allgemeinen aber nicht unter 20 cm und nur ausnahmsweise bis zu 13 cm Stärke.

Die Frage, ob der Eichenbock zu primären oder zu sekundären Schädlingen zu zählen ist, ist bisher noch nicht klargelegt worden. Brehm und Roßmäßler (3) sowie Baranetzky (25) berichten, daß *cerdo*-Larven ihre Gänge von beschädigten Stellen aus beginnen. Nach Altum (1) greift der Eichenbock nur die gesunden starken Eichen an. Die verbreitete Meinung, der Eichenbock ziehe anbrüchige Eichen den gesunden vor, hält Escherich (8) für noch nicht bewiesen. Die meisten von den übrigen Autoren stellen, unter Hinweis auf das Vorkommen von Schäden an alten Allee-Eichen, randständigen Stämmen u. dgl., fest, daß der Bockkäfer gesunde Bäume angreifen kann. Solche Bäume wachsen aber unter besonderen für die Eiche nicht normalen Verhältnissen.

Greese (28) beantwortet diese Frage am eindeutigsten; nach ihm legt der Bockkäfer seine Eier gewöhnlich an alte, dem Licht ausgesetzte Eichen ab. Als Beleg für diese Behauptung führt Greese die Ergebnisse

seiner, wenn auch nicht umfangreicher, so doch überzeugender Untersuchungen, wonach Überhälter und randständige Bäume vom Eichenbock in weit stärkerem Grade befallen werden als Eichen im Bestande. Allerdings gibt sein Material nicht die Antwort auf die Frage, wodurch die Eichen für den Angriff des Käfers empfänglich werden: durch plötzliche Freistellung oder nur infolge der exponierten Lage.

Zur Klärung dieses Problems habe ich folgende drei Baumkategorien auf Befallgrad untersucht: 1. Eichen im Bestande, 2. Freistandseichen und 3. plötzlich freigestellte Eichen. Das Ergebnis war, daß Eichen mitten im Bestande normalerweise zu 0—2 %, höchstens zu 5 % angegriffen waren. Von freistehenden Alteichen (100—180 jährige) wiesen 16 % Bockkäferbefall auf; solche Eichen waren aber entweder mechanisch beschädigt oder aber überständig. Von den plötzlich freigestellten Samenbäumen sowie randständigen Stämmen in alten Kulissen dagegen waren 70—96 % vom Bockkäfer befallen. Das geringe Befallprozent der im Freistand aufgewachsenen Eichen in Vergleich mit solchem bei freigestellten Samenbäumen weist deutlich darauf hin, daß der Eichenbock die Eichen mit Vorliebe befällt, die im Baumholzalter jäh freigestellt werden. Was ist die Ursache dieses Verhaltens von *C. cerdo*? Meines Erachtens spielt hierbei die durch plötzliche Veränderung der Wachstumsbedingungen eintretende Schwächung des Baumes die Hauptrolle. Zweifellos ist auch die erhöhte, die Entwicklung des Bockkäfers fördernde Durchwärmung des Stammes von Bedeutung, doch ist sie in diesem Zusammenhang keinesfalls ausschlaggebend; denn nur von diesem Standpunkte aus kann jene Tatsache, weshalb der Bockkäfer die im Freistand aufgewachsenen, gut exponierten Eichen meidet, gedeutet werden.

An Bäumen mitten im Bestande, die von allen Seiten gleichmäßig beschattet sind, können die Fraßschäden bisweilen streifenweise oder sonstwie unregelmäßig auftreten. In solchen Fällen handelt es sich meist um eine Schwächung dieser oder jener Stammteile durch mechanische Beschädigung oder durch Pilzinfektion.

Wie oben bereits erwähnt, brütet der Eichenbock gerne in Eichenstubben, wobei nicht nur exponierte Stubben auf Schlagflächen, sondern auch solche im Bestande angenommen werden. Fast gleichzeitig mit dem *Cerambyx* legen aber auch die sekundären Schädlinge, wie Borkenkäfer und Prachtkäfer, ihre Eier in die Stubben ab. Anmerkenswert in diesem Zusammenhang ist ferner, daß Eichenausschlag auf alten Stubben oft vom Eichenbock befallen wird.

In Übereinstimmung mit den eben erwähnten Tatsachen kann der große Eichenbock nicht zu den primären Schädlingen gezählt werden. Er befällt aber die Bäume in der Regel als erster, bevor andere sekundäre Schädlinge sich eingefunden haben.

Dem äußeren Aussehen nach sind angegriffene Bäume mitunter keinesfalls als kränkelnd anzusprechen. Dies beruht offenbar darauf, daß die äußeren Merkmale, die den kränkelnden Zustand charakterisieren, beim Beginn des Fraßes noch nicht zu erkennen sind. So z. B. bei Freistellung eines Altbestandsrandes befällt der Bockkäfer die Randstämme, ehe diese zopftrocken werden, meistens aber gleichzeitig mit der Bildung der Wasserreiser. Es kann jedenfalls mit vollem Recht behauptet werden, daß *C. cerdo* zum Brüten etwas kränkelnde Eichen, sei es durch jähe Veränderung der Wachstumsbedingungen oder infolge der Überständigkeit oder mechanischer Beschädigungen, bevorzugt. Die Tatsache, daß die Mehrzahl der befallenen Bäume Alteichen sind, die spät freigestellt wurden, besagt, daß das Massenkränkeln der Bäume im untersuchten Gebiet, gefolgt von Massenvermehrung des Eichenbocks, vorwiegend gerade durch diese Wirtschaftsmaßnahme verursacht wurde. An den durch plötzliche Freistellung geschwächten Eichen findet der Bockkäfer offenbar die optimalen Entwicklungsbedingungen. Stammtrockenes sowie gefälltes Holz greift er aber nicht an. Werden befallene Eichen gefällt und abgelängt, so wird die Entwicklung seiner Brut in den Stammabschnitten wesentlich verzögert.

Die Ausbreitung und das Verhalten des Eichenbocks im Bestande.

Untersuchungsmethodik.

Um die Einwirkung verschiedener Faktoren auf die Intensität des Befalls von *C. cerdo* zu ergründen, sind zwei Methoden (Visierlinien- und Streifenmethode) angewandt und dabei insgesamt 30 350 Eichen untersucht worden.

Die Visierlinienmethode besteht darin, daß alle auf der Visierlinie befindlichen Eichen auf Bockkäferangriff sowie auf Gesundheitszustand (Gipfeldürre) untersucht werden. Die Ergebnisse werden nebst Durchmesser für jeden Stamm sowie etwaigen Veränderungen des Bestandesschlusses und der Beschaffenheit des Unterwuchses gebucht.

Bei der Streifenmethode werden 10 cm breite, das betreffende Jagen durchquerende Streifen-Probeflächen genommen, innerhalb welcher sämtliche Stämme in derselben Art untersucht werden. In den Kulissen, die in den untersuchten Revieren gewöhnlich 50 cm breit sind, legte man fünf solche Streifenflächen aneinander, so daß auf diese Weise ganze Kulissen aufgenommen werden konnten.

Zur Überprüfung der Genauigkeit der Visierlinienmethode, ist eine Reihe von Beständen nach beiden Methoden vergleichend untersucht worden. Es stellte sich dabei heraus, daß die Visierlinienmethode fast dieselben Ergebnisse liefert wie die Streifenmethode. Die maximale Abweichung von der letzteren betrug 5%, im Durchschnitt für eine Reihe von Vergleichsberechnungen aber nur 1%. Größere Abweichungen erhält man, wenn die

Visierlinienmethode in Mischbeständen angewandt wird, wo die Eiche weniger als 0,5 der Stammzahl ausmacht, mit andern Worten, wenn nur eine geringe Anzahl Eichen von der Visierlinie aufgenommen wird. In solchen Beständen ist daher die Streifenmethode unbedingt vorzuziehen.

Abb. 13. Stark angegriffene Eiche mit losgelöster Rinde. Brusthöhendurchmesser 100 cm.

Einwirkung der Stammstärke.

Unter normalen Umständen brütete der Eichenbock in Eichen mit 40 cm Brusthöhendurchmesser und darüber, vorzugsweise in solchen mit grober Rinde; am meisten sagen ihm aber zu Stämme von 80—100 cm Stärke. In Vermehrungsherden ist es jedoch wiederholt beobachtet worden, daß er auch weit schwächeres Material angeht; so ist er in 16 cm starken Eichenstangen, ja sogar in 5 cm starken, oberflächlichen Wurzeln gefunden worden.

Zur näheren Ergründung der Abhängigkeit des Befalls vom Durchmesser des Stammes wurden in den von *C. cerdo* meist heimgesuchten Gebieten ca. 5000 Eichen darauf untersucht. Das ermittelte Material, das variationstatistisch bearbeitet wurde, zeigt einen hohen Korrelationskoeffizient ($r = 0{,}825 \pm 0{,}038$; $R\,{}^{y}/_{x} = 0{,}846 \pm 0{,}039$), was auf eine positive Korrelationsabhängigkeit zwischen dem Durchmesser und dem Prozent angegriffener Bäume hindeutet. Aus der Größe der Regression ist zu ersehen, daß mit der Zunahme des Durchmessers auf 1 cm die Befallsfrequenz mit 0,8 % steigt.

Abb. 14. Stark angegriffene Eiche. Durchmesser 90 cm.

Einwirkung des Bestandesschlusses.

Schon bei flüchtigem Ansehen der verschiedenen Bestände, erkennt man deutlich, daß die Befallfrequenz stark vom Bestandesschluß beeinflußt

wird. Der Angriff des Eichenbocks mitten im Walde findet gewöhnlich nur in stark gelichteten Beständen mit Vollbestandsfaktor 0,5 und darunter statt. Bei dichterem Schluß fallen ihm nur überständige oder beschädigte Eichen bzw. an Vermehrungsherde angrenzende Bestände zum Opfer. Um die Bedeutung des Bestandesschlusses richtig beurteilen zu können, wurden in nach Möglichkeit gleichalterigen und gleichartigen Beständen, jedoch mit variierendem Schlußgrade, Streifenprobeflächen angelegt und die Eichen auf *cerdo*-Befall untersucht. Zusammengestellt als Korrelationstabelle, ergibt das hierbei ermittelte Material einen Korrelationskoeffizient von 84% ($r = 0{,}846 \pm 0{,}041$; $R\,y/_x = 7{,}722 \pm 0{,}375$), woraus zu ersehen ist, daß zwischen dem Schlußgrad und der Befallfrequenz ein negatives Verhältnis besteht. Die Größe der Regression besagt, daß bei Verminderung des Vollbestandsfaktors auf 0,1 die Befallfrequenz mit 7,7% zunimmt. Mit zunehmender Lockerung des Schlusses steigt ferner auch die Befalldichte am Stamm. Es muß jedoch nachdrücklich betont werden, daß diese Abhängigkeit nur in Beständen zu beobachten ist, die im späteren Baumalter gelichtet wurden.

Einwirkung der Bestandesstruktur.

Eine der Hauptbedingungen der Verseuchung der Wälder durch den großen Eichenbock dürfte in scharfer Veränderung der natürlichen Form und des Gefüges der Bestände, die ihrerseits eine allgemeine Schwächung der Bäume hervorruft, zu suchen sein. In der vorbeugenden Einwirkung der unterständigen Mischholzarten findet diese Annahme Bekräftigung. Ein lehrreiches Beispiel hierzu ist das Schicksal der Revierförsterei Michailovskoje (Oberförsterei Tschernolesskoje). Während des Bürgerkrieges sind die hiebsreifen Eichenbestände dieses Reviers stark gelockert worden; dabei hat man es hauptsächlich auf das Unterholz abgesehen, da starke Stämme auf dem Lokalmarkt nicht abzusetzen waren. Infolge dieser Mißhandlung der Bestände kam es, ja sogar in geschlossenen Beständen, zu starker Vermehrung des Eichenbocks.

Von großer Bedeutung ist ferner die dichte Strauchflora, die die Widerstandskraft des Bestandes erhöht und dem Angriff des Bockkäfers wesentlich vorbeugt. In Beständen mit reichlichem Strauchwuchs ist der Bockkäferschaden recht unbedeutend und nur auf dem durch diese oder jene Ursache beschädigten Stämmen wahrzunehmen. Dort aber, wo der Strauchwuchs vernichtet wurde, ist der Schaden, ungeachtet des dichten Kronenschlusses, bedeutend größer (Tab. 2).

In diesem Zusammenhang sei noch auf die große Gefahr der uneingeschränkten Waldweide hingewiesen, wodurch der Boden des Vorwuchses und der Buschvegetation beraubt und dem Verrasen und der Verdichtung ausgesetzt wird. Die unmittelbare Folge davon ist, daß die Bäume zu kränkeln beginnen und dem Bockkäfer günstige Brutgelegenheit geboten wird.

Tabelle 2.

Einfluß des Strauchwuchses im Bestande auf die Befallfrequenz von *Cerambyx cerdo*.

Bestände mit Vollbestandsfaktor 1,0—0,7	
	% angegriffener Stämme
Strauchwuchs vorhanden . .	10
Strauchwuchs vernichtet . .	64

Einwirkung der Verjüngung.

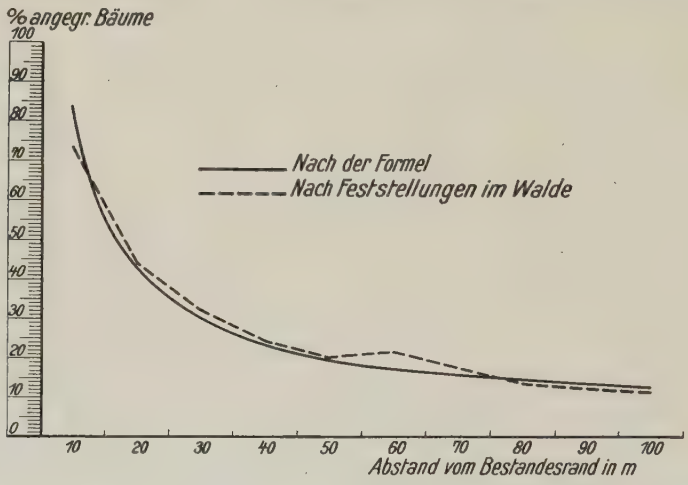
Die gegen Bockkäferangriffe schützende Strauchvegetation, namentlich aber der dichte Jungwuchs, können unter Umständen den Käfer dazu veranlassen, seine Eiablage an einen anderen Ort zu verlegen. Diese Erscheinung ist am deutlichsten an alten, von dichtem Vorwuchs umgebenen Eichenüberhältern erkennbar. Beim Untersuchen solcher Bäume wurden oft an unteren Stammteilen alte, meist bereits verwachsene *cerdo*-Gänge gefunden, frische Gänge dagegen vorwiegend an mittleren und oberen Partien des Stammes. In den Beständen aber, wo der Jungwuchs bereits bis an die Kronen des Hauptbestandes gewachsen war, die ursprüngliche zweistufige Struktur des Waldes also wieder hergestellt wurde, konnten nur überwallte Gänge des Bockkäfers festgestellt werden. Der Eichenbock ist also aus solchen Beständen, die ihre normale Form wieder erlangt hatten, vertrieben worden. Man muß aber darauf bedacht sein, daß die Vernichtung des Unterholzes und Strauchwuchses in kurzer Zeit zu einer Vermehrung des Bockkäfers führt,[1]) daß aber der umgekehrte Vorgang der Vertreibung des Schädlings durch Heranwachsen des Jungsbestandes viele Jahrzehnte beansprucht. Außerdem wird der Wert des Holzes durch Larvenfraß, auch wenn die Gänge später überwallt werden, wesentlich beeinträchtigt.

Einwirkung der Exposition.

In der Literatur wird wiederholt berichtet, daß *C. cerdo* mit Vorliebe randständige Bäume angreift. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Ausbreitung des Schadens von Bestandesrändern ausgeht, doch handelt es sich hierbei um Ränder spät freigestellter oder künstlich gelichteter Bestände. Wichtig in diesem Zusammenhange ist die Frage, nach welcher Himmelsrichtung der Bestand exponiert ist. Diesbezügliche Untersuchungen besagen, daß die nach Süden und Westen freiliegenden Bestände mehr heimgesucht werden, als die nach Norden und Osten exponierten. Das Befallprozent am Südrande des Bestandes ist 2—$2^1/_2$ mal größer als an

[1]) An und für sich führt das Fehlen des Strauchwuchses oder des Unterholzes noch nicht zu einer Invasion des Bockkäfers; in dieser Hinsicht ist weniger die Struktur oder der Typ des Bestaudes, als vielmehr die jähe Änderung der natürlichen Verhältnisse im Walde von Bedeutung.

dessem Nordrande. Um die Bevorzugung des Westrandes gegenüber dem Ostrande zu ergründen, wurden unter Leitung des Lehrers an der Tschernolesser Forstschule V. V. Linnikoff Stammtemperaturmessungen vom Aufgang und bis zum Untergang der Sonne an den in Frage kommenden Rändern verschiedener Bestände ausgeführt. Die ermittelten Temperaturwerte ergeben eine im wesentlichen gleich große Wärmesumme sowohl für den Ost- als auch für den Westrand (etwas größer am Ostrande). Ausschlaggebend hierbei ist aber nicht die Wärmesumme des Tages, sondern eine solche für die Schwärmstunden des Käfers (Nachmittagsstunden!), und diese ist am Westrande bedeutend höher als am Ostrande. Es sind also geschwächte, randständige und während der Flugstunden am meisten besonnte Stämme, die dem Bockkäfer die günstigsten Entwicklungsbedingungen bieten.



Kurventafel 3. Prozent der von *Cerambyx cerdo* L. angegriffenen Eichen im Bestande in verschiedener Entfernung vom Bestandesrand.

Vorstehend wurde die Einwirkung einzelner Faktoren auf die Infektion der Bestände durch den Eichenbock besprochen. Um den allgemeinen Charakter der Ausbreitung des Schädlings in einem spät freigestellten Bestande zu erfassen, wurde eine Untersuchung der Stämme auf 10 m breiten Streifenprobeflächen in verschiedener Entfernung vom Bestandesrande vorgenommen. Um die Wirkungen des Bestandesschlusses, der Struktur und der Exposition auszuschalten, sind diese Probeflächen in geschlossenen, gleichartigen, im Westen an eine Schlagfläche angrenzenden Beständen angelegt worden. Es stellte sich dabei heraus, daß die Verseuchung der Bestände durch *C. cerdo* einer bestimmten Gesetzmäßigkeit unterworfen ist. Die mathematische Bearbeitung des gesammelten Materials ergab, daß die Veränderungen des Prozentes befallener Bäume mit zunehmendem Abstand vom Bestandesrande eine Kurve darstellen, die folgender Hyperbel am nächsten steht:

$$p = 4{,}2 + \frac{79{,}5}{x}$$

wo p das Prozent der befallenen Eichen und x den Abstand vom Bestandesrande in Dekametern (entsprechend den 10 m breiten Probestreifen) bedeuten (s. Kurventafel 3).

In der nachstehenden Tabelle 3 werden die nach der Formel

$$p = 4{,}2 + \frac{79{,}5}{x}$$

errechneten Befallprozente mit den entsprechenden tatsächlich ermittelten Werten verglichen.

Tabelle 3.

Prozent der von *Cerambyx cerdo* befallenen Bäume in verschiedener Entfernung vom Bestandesrand.

Abstand vom Bestandesrand in Dekametern (= Ordnungszahl der Probestreifen)	Prozent befallener Bäume		Abweichung
	berechnet nach der Formel	tatsächlich festgestellt	
1	83,7	72,7	— 11,0
2	42,1	43,9	+ 1,8
3	30,5	32,1	+ 1,6
4	24,1	24,6	+ 0,5
5	20,1	20,4	+ 0,3
6	17,4	21,3	+ 3,9
7	16,6	17,0	+ 0,4
8	14,1	13,8	— 0,5
9	13,0	13,1	+ 0,1
10	12,2	11,2	— 1,0

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß die errechneten Werte für p den tatsächlich erhaltenen Befallprozenten sehr nahe stehen. Nur bei $x = 1$ (d. h. innerhalb des ersten 10 m-Streifens) sinkt das tatsächliche Befallprozent beträchtlich unter den entsprechenden Formelwert. Diese Abweichung erklärt sich aber dadurch, daß in der meist verseuchten Randzone des Bestandes ein Teil der befallenen Eichen bereits vor der Untersuchung abgeholzt wurde, was auch die Reduzierung des Befallprozentes bewirkt hat.

Bei sehr hohen Werten von x, d. h. bei weiterem Vordringen in das Waldinnere, nähert sich das Verhältnis $\frac{79{,}5}{x}$ immer mehr der Grenze 0 und p wird gleich 4,2. Diese letztere Prozentzahl ist ein Ausdruck für die Größe des eisernen Bestandes von *C. cerdo* im Walde.

Der Einfluß verschiedener Hiebsarten auf die Vermehrung des Eichenbocks.

Kulissenwirtschaft.

Das Studium der Wirtschaftsgeschichte in den von *Cerambyx* heimgesuchten Gebieten hat gezeigt, daß in den meisten Revieren seit vielen Jahren Springschläge (Kulissenschläge) angewandt wurden. Welche Wirkung hat diese Hiebsart auf die Vermehrung des Eichenbocks?

Die wichtigsten Momente, die die Springschlagwirtschaft charakterisieren, sind: 1. Breite der Schlagfläche,[1]) 2. Zeitraum für die Aneinanderreihung der Schläge (Anreihungszeitraum), 3. Hiebsrichtung und 4. Belassen oder Nichtbelassen von Überhältern.

Betrachten wir nun den Einfluß dieser Momente auf die Ausbreitung des Bockkäferfraßes im Bestande.

Wie vorstehend nachgewiesen wurde, sinkt das Prozent befallener Bäume mit zunehmender Entfernung vom Bestandesrande. Für die Kulissenwirtschaft bedeutet das, daß je breiter die Kulisse, umso weniger wird sie, bei sonst gleichen Verhältnissen, vom Bockkäfer befallen.

Was die Hiebsrichtung anbelangt, so ist die plötzliche Freistellung nach Süden am gefährlichsten, da die Südseite sowohl der starken Insolation als auch der Wirkung trockener Winde stark ausgesetzt ist.

Zur Erforschung der Bedeutung des Anreihungszeitraumes auf die Bockkäferfrequenz im Bestande, erwiesen sich die 50 m breiten Kulissen der Oberförsterei Tschernolesskoje als besonders geeignet, da sie in größerer Zahl und zu verschiedener Zeit in gleichartigen Beständen angelegt wurden. Es war daher leicht, bei Untersuchung dieser Kulissen, den ganzen Verlauf der Bockkäferinfektion in den betreffenden Beständen zu verfolgen. Die Bearbeitung des hierbei gesammelten Materials hat ergeben, daß zwischen dem Anreihungszeitraum und der Bockkäferfrequenz in der Kulisse eine geradlinige Abhängigkeit besteht, die in der nachstehenden Formel Ausdruck findet:

$$p = 4{,}3\ t + 0{,}44$$

wo unter p das Prozent von *C. cerdo* befallener Stämme und unter t der Anreihungszeitraum, oder mit anderen Worten die Zahl der Jahre, die die Kulisse gestanden hat, zu verstehen sind.

Tabellarisch dargestellt (Tab. 4), stimmen die nach dieser Formel berechneten Prozentwerte mit den im Freien ermittelten Durchschnittswerten gut überein.

Bei der Untersuchung der Kulissen in benachbarten Revieren, ist obige Formel wiederholt zur Anwendung gekommen und hat auch dort gute Ergebnisse gezeitigt.

---

[1]) Bei Springschlägen ist die Schlagbreite stets der Breite der Kulisse gleich.

Tabelle 4.

Prozent der von *Cerambyx cerdo* befallenen Bäume in Kulissen mit verschiedenem Anreihungszeitraum.

Anreihungszeitraum	Prozent befallener Bäume		Abweichung
	tatsächlich festgestellt (Durchschnittswerte)	berechnet nach der Formel	
0	3,6	0,44	— 3,16
1	4,0	4,7	+ 0,7
2	8,5	9,0	+ 0,5
3	12,8	13,3	+ 0,5
4	11,6	17,6	+ 6,0
5	24,2	21,9	— 2,3
6	20,8	26,2	+ 5,4
7	34,8	30,5	— 4,3
8	35,0	34,8	+ 0,2
9	42,4	39,1	— 3,3

Wenn, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, eine zeitlich bedingte Veränderung der Bockkäferfrequenz in den Kulissen tatsächlich stattfindet, so verläuft dieser Vorgang durchaus nicht gleichmäßig, sondern ungleich in verschiedenen Teilen der Kulisse. Diesbezügliche Untersuchungen, die in verschiedenen Teilen der Kulissen und bei verschiedener Orientierung derselben gemacht und später variationsstatistisch ausgewertet worden sind, besagen nämlich, daß bei Verlängerung des Anreihungszeitraums mit 1 Jahr, das Befallprozent zunimmt, und zwar:

Im Außensaum (10 m breit), nach S oder W exponiert, mit 7%.
Im Außenraum (10 m breit), nach N oder O exponiert, mit 6%.
Im Innensaum (10 m breit), mit 4%.
In der Mitte der Kulisse (10 m breiter Streifen) mit $3\frac{1}{2}$%.

Bei Berechnung des Befallprozentes sind die Kulissen der Länge nach in fünf 10 m breite Streifen (Außensaum, Innensaum, Mittenstreifen) geteilt worden. Aus dieser Zusammenstellung ist deutlich zu ersehen, daß die Außenränder am meisten heimgesucht werden und daß der Befall gegen die Mitte der Kulisse allmählich abnimmt.

Die von uns zur näheren Erforschung des forstlichen Verhaltens des Eichenbocks aufgestellten Formeln, sowie die ermittelten Korrelationskoeffizienten sind nicht als allgemeingültig anzusprechen, sie charakterisieren vielmehr die in der Oberförsterei Tschernolesskoje und den benachbarten Revieren herrschenden Verhältnisse während der Untersuchungszeit. Zahlenmäßige Änderungen in den gefundenen Gesetzmäßigkeiten am anderen Ort und unter anderen Verhältnissen sind möglich, doch bleibt die Abhängigkeit der *cerdo*-Vermehrung von den besprochenen Ursachen sicher bestehen.

Zusammenfassend über die Ausbreitung des Schädlings im Bestande und über die Einwirkung der Kulissenschläge auf seine Vermehrung läßt sich folgendes sagen: Das Prozent befallener Eichen in Beständen mit sonst gleichen Verhältnissen steht in geradem korrelativem Verhältnis zum Stammdurchmesser und zum Anreihungszeitraum in sämtlichen Teilen der Kulisse und bei beliebiger Orientierung derselben und in umgekehrtem Verhältnis zum Schlußgrad und zum Abstand vom Rande des freigestellten Bestandes.

Hieraus erhellt der Zusammenhang zwischen der Springschlagwirtschaft und der Vermehrung des Eichenbocks, nämlich, je schmaler die Kulisse und je länger der Zeitraum der Aneinanderreihung der Schläge, um so mehr ist sie dem Bockkäferangriff ausgesetzt. Die Forstwirtschaft in den heimgesuchten Revieren strebte jedoch eine allmähliche Verringerung der Kulissenbreite von 200 auf 50 m an, wobei der zugelassene Anreihungszeitraum das 2—3 fache der Generationsdauer des Bockkäfers betrug. Das Ergebnis dieser, bereits seit 40 Jahren betriebenen Springschlagwirtschaft führte zu einer Massenvermehrung des Schädlings, dem die dieser Hiebsart eigene Verzettelung der Schläge über das ganze Revier sehr zustatten kam.

Obwohl Kulissenwirtschaft in den verseuchten Revieren auch früher betrieben wurde, sind so umfangreiche Bockkäferschäden wie in den letzten Jahren nicht beobachtet worden. Der Grund hierzu ist darin zu suchen, daß die Kulissen früher breiter waren und nach kurzer Zeit abgeholzt wurden. Außerdem wurden die Schläge während der Kriegszeit in die Waldzone längs der Eisenbahnlinie verlegt; hierdurch geriet die ganze Schlagfolge in Unordnung; neue Hiebszüge wurden in Angriff genommen und ein Teil alter, hiebsfälliger Kulissen stehen gelassen. Zur Massenvermehrung des Bockkäfers kam es naturgemäß nicht sogleich, denn, wie auch andere sekundäre Schädlinge, namentlich jene mit langer Generationsdauer, bedarf *C. cerdo* längerer Zeit und günstiger Entwicklungsbedingungen, ehe er zahlenmäßig merklich zunimmt. Seitdem die Springschlagwirtschaft planmäßig betrieben wurde, hat sein Bestand im Walde ständig zugenommen, bis schließlich die Mißwirtschaft der Kriegszeit den letzten Stoß zum Ausbruch der Massenvermehrung gab.

Überhaltsbetrieb.

Die Erfahrungen der forstlichen Praxis haben gezeigt, daß das Belassen von Überhältern auf den Schlägen äußerst unwirtschaftlich ist. Dies ist auch leicht verständlich, denn alte, im Bestande aufgewachsene Eichen sind an den Freistand nicht angepaßt: einmal freigestellt, werden sie nach kurzer Zeit vom Bockkäfer angegriffen, treiben zahlreiche Wasserreiser, leiden an Gipfeldürre und gehen schließlich oft zugrunde. Dort, wo Überhaltsbetrieb seit langer Zeit angewandt wird, können die Überhälter

zur Verseuchung ganzer Reviere hinführen, wie es in Revierförstereien Gutjanskaja, Matrenninskaja, Ssunkowskaja und Balaklejewskaja der Fall war. In den genannten Revieren haben besonders stark jene Bestände gelitten, wo uneingeschränkte Waldweide zugelassen wurde.

Mittelwaldwirtschaft.

Ein Beispiel über die Einwirkung dieser Betriebsart auf die Vermehrung des Eichenbocks liefert die Oberförsterei Karabelnoje. In diesem Revier mit Vorherrschaft des aus verschiedenen Laubholzarten bestehenden Unterholzes wurden Eichen auf allen Schlägen 3—4 Umtriebe übergehalten; die Umtriebszeit betrug für Unterholz 60, für Oberholz (Eiche) 180 Jahre und darüber. Diese Art Mittelwaldwirtschaft wurde in der Oberförsterei seit mehreren Jahrzehnten betrieben und dahingeführt, daß auf über 3000 ha Waldfläche spät freigestellte Eichenüberständer stehen blieben, die dem Bockkäfer die günstigsten Brutmöglichkeiten darboten. Die Lage hat sich noch mehr verschlechtert, als man im Revier die Waldweide zuließ. Die Bestände wurden dadurch des schützenden Jungwuchses beraubt und in weit stärkerem Grade dem Bockkäferangriff ausgesetzt.

Kahlschlagbetrieb mit unmittelbarer Aneinanderreihung der Schläge.

In den Beständen mit Vorherrschaft der Eiche der eben erwähnten Oberförsterei Korabelnoje findet bei 200—240jährigem Umtrieb Kahlhieb mit 1—3jährigem Anreihungszeitraum Anwendung. Trotzdem die freigestellten Ränder der Bestände vom Bockkäfer angegriffen werden, kommt es jedoch nicht zu einer Vermehrung des Schädlings, denn das befallene Holz wird gefällt, ausgefahren und geschnitten, ehe die Bockkäferbrut mit ihrer Entwicklung fertig wird. Tatsächlich konnte man nirgends, wo diese Hiebsart gebraucht wurde, Bockkäferschäden feststellen können.

Aus vorstehend Gesagtem über Wirtschaftsmethoden und Bockkäfervermehrung ist leicht zu entnehmen, daß es letzten Endes gewisse Betriebsarten sind, die die Massenvermehrung des Eichenbocks hervorrufen. Es liegt daher in der Hand des Wirtschafters, durch richtige Wahl der Hiebsform dem Bockkäferschaden vorzubeugen.

Die Feinde des Eichenbocks.

In der einschlägigen Literatur sind nur bei Kleine (10) Angaben über die Parasiten des *C. cerdo* enthalten, Kleine führt folgende Arten an: *Ephialtes tuberculatus* Fon., *E. carbonarius* Grav., *Rhyssa amoena* Fbr., *Rh. clavata* Fbr. und *Rh. persuasoria* Gr. Von diesen Parasiten habe ich in den ukrainischen Wäldern keinen einzigen feststellen können. Während der ganzen Untersuchungszeit ist es mir gelungen, nur einen Parasiten aus den Eiern von *C. cerdo* zu ziehen; dieser Eischmarotzer erwies sich als eine neue Art und ist als *Tynandrichus rudnevi (Chalcididae)* beschrieben worden.

In den schwach befallenen Beständen steigt die Parasitierung der Eier von *C. cerdo* durch *T. rudnevi* gewöhnlich nicht über 50%, in alten Herden dagegen bis 35%. Das Schlüpfen der Parasiten aus den Eiern des Bockkäfers beginnt normalerweise gegen Mitte Juni.

Von Raubinsekten sind Käferlarven aus der Familie *Cleridae*, die *cerdo*-Eier verzehren, oft angetroffen worden; Käfer aus diesen Larven zu ziehen, ist leider nicht gelungen.

Als Feinde des Eichenbocks spielen die Ameisen eine recht bedeutende Rolle, namentlich, wenn sie in Stubben eindringen, die noch unverpuppte *cerdo*-Larven enthalten; letztere gehen dann, sei es durch direkte Angriffe der Ameisen oder durch Nahrungsmangel, zugrunde. Zu erwähnen sind ferner die Raupen von *Cossus cossus*, die mancherorts (Oberförsterei Korabelnoje) Eichenbocklarven verzehrten, sich ihrer Gänge bemächtigten und diese nach eigener Art umänderten. Wegen geringer Häufigkeit ist dieser räuberischen Tätigkeit der *Cossus*-Larven keine größere Bedeutung zuzuschreiben. Von den Vögeln kann nur der große Buntspecht genannt werden, der nach den Beobachtungen von N. Charlemagne den *cerdo*-Larven eifrig nachstellt.

Pilzkrankheiten treten in verschiedenen Entwicklungsstadien des Eichenbocks auf. Einzelne Larven werden von einer, höchstwahrscheinlich von *Botrytis tenella* Soc. hervorgerufenen Krankheit heimgesucht, die zur Mumifizierung der Larve führt. Eine Massenerkrankung der Larven und Jungkäfer, die im untersuchten Gebiet beobachtet wurde, rührt von *Penicillium brevicaule* her. Außerdem traten andere Erkrankungen auf, deren Ursprung bisher noch nicht geklärt wurde: Die Jungkäfer werden am meisten von Pilzkrankheiten heimgesucht (73%),[1]) weniger die Larven (49%) und am wenigsten die Puppen (36%).

Recht häufig wurden tote Larven und Puppen angetroffen, die offenbar an einer Bakterienkrankheit zugrunde gingen. Das Wesen dieser Krankheit ist nicht näher untersucht worden.

Auf toten Larven und Puppen des Eichenbocks wurde ferner die Milbe *Histiogaster carpio* in Massen festgestellt; diese Milbe ist nach unseren Beobachtungen ein Saprophyt.

Die wirtschaftliche Bedeutung des großen Eichenbocks.

Physiologischer Schaden.

Die Larve von *C. cerdo* ist sowohl physiologisch als auch technisch schädlich. Der physiologische Schaden wird von vielen Forschern als unbedeutend erachtet. Barbey (2) berichtet über eine Eiche, die, obwohl sie während 30 Jahre vom Bockkäfer angegriffen wurde, doch nicht einging. Solche Fälle gehören aber zu Ausnahmen. Ein intensiver Angriff

[1]) Das ermittelte Mortalitätsprozent für Jungkäfer ist etwas höher als das tatsächliche, da während der Untersuchung ein Teil der Jungkäfer bereits ausgeflogen war.

führt nicht nur zur Gipfeldürre, sondern sehr häufig zum Absterben des Baumes. Als Beispiel können die längs der Eisenbahnlinie gelegenen Eichenwaldungen der Oberförsterei Tschigirinskoje angeführt werden, die den Eichenbock aus gut geschlossenen Beständen (Schlußgrad 0,3—1,0) in Räumden bzw. Blößen (Schlußgrad 0,5—0,2) verwandelt hat. In diesen lückigen, gipfeldürren Beständen sieht man hier und da tote Eichen mit abgefallener Rinde, die siebartig von *cerdo*-Gängen durchlöchert sind. An der Stammbasis absterbender Bäume liegen große bis 0,5 m hohe Bohrmehlhaufen, und die ganze Oberfläche der Stämme ist mit Bohrspänen übersät. An den übrigen noch lebenden Stämmen fallen zahlreiche schwarze Saftflußflecke ins Auge. Bei windstillem Wetter sind die knarrenden Töne der nagenden Larven, das Geräusch herunterfallender Nagespäne und das Surren der von Stamm zu Stamm fliegenden Käfer von weitem zu hören.

Technischer Schaden.

Die Hauptbedeutung des Eichenbocks liegt im technischen Schaden. Escherich (8) hält ihn in dieser Beziehung für „den schlimmsten Eichenschädling". Die Larvengänge von *C. cerdo* reichen oft bis an das Mark alter Eichen; in der Oberförsterei Korabelnoje sind Gänge angetroffen worden, die, bei 18 cm-Breite, eine Länge von 50 cm erreichten. Selbstverständlich wird die Nutzholzausbeute durch den Larvenfraß stark beeinträchtigt und bei starkem Befall sind die Stämme nur noch als Brennholz zu verwerten (Abb. 13 u. 14).

Nach Angaben von Lunardoni (13) und Ratzeburg (18) richtet der Bockkäfer auch indirekten Schaden an, indem er die Infektion des Holzes mit holzzerstörenden Pilzen, sowie nachträgliche Beschädigung der Stämme durch Ameisen (Keller 11) begünstigt.

In den Oberförstereien Tshernolesskoje und Tschigirinskoje sowie in den benachbarten Revieren ist das Auftreten des Eichenbocks an einzelnen Eichen bereits Ende des vorigen Jahrhunderts beobachtet worden. Es handelte sich hierbei um Eichenüberhälter, die man zur Sicherung der Naturverjüngung und zur Erziehung starker Nutzholzstämme auf den Schlägen stehen ließ. Dies erwies sich aber als unwirtschaftlich, denn die Überhälter gingen infolge des *cerdo*-Angriffs früher oder später ein und das Holz konnte nur als Brennholz gebraucht werden.

Nach den von uns gemachten Untersuchungen beläuft sich die Gesamtfläche der Massenvermehrungsherde von *C. cerdo* auf ca. 10000 ha (9655 ha), wobei als Herde jene Bestände gerechnet wurden, wo über 30% der Stämme vom Bockkäfer befallen waren.

Um einen Einblick in die Größe der vom Bockkäfer zugefügten Verluste zu gewinnen, seien hier einige Beispiele aus der Praxis angeführt. In einem der hiesigen Sägewerke sind 40000 Kubikfuß Eichenschnittware wegen Bockkäferschäden zu Brennholz und anderen minderwertigen Sorti-

menten verarbeitet worden. Dabei ist zu beachten, daß nur unbeschädigte, wenigstens äußerlich als solche anzusprechende Stämme auf das Sägewerk gelangen. Dessen ungeachtet werden oft Klötze mit alten, verwachsenen *cerdo*-Gängen geschnitten, wodurch die Ausbeute an Schnittware und Dauben bedeutend, manchmal auf die Hälfte, herabgesetzt wird.

Zur Ermittlung der Gesamtverluste in der Revierförsterei Korabelnoje wurde ein für das Revier typisches, mit Eichen bestocktes Jagen, das bezüglich des Bockkäferbefalls eine mittlere Stellung einnahm, als Probefläche ausgewählt. Jeder Stamm des Jagens wurde nach Sortimenten abgeschätzt und sein tatsächlicher Wert, sowie sein Wert ohne Bockkäferschäden berechnet. Nach den gemachten Erhebungen beliefen sich die Verluste durch den Eichenbock auf 10 Rubel 20 Kopeken je Stamm, entsprechend etwa 10 % des Gesamtwertes, und für das ganze Revier auf ca. 50 000 Rubel.

Besonders empfindlich ist der Bockkäferschaden dadurch, daß gerade die wertvollsten Ausfuhrsortimente, wie „Wainscoats“ und Furnierblöcke, von ihm am meisten betroffen werden; die Verluste für diese Sortimente betrugen im Durchschnitt etwa 40 %. Die beschädigten „Wainscoats“ und Furnierblöcke wurden zu Brennholz oder Dauben verarbeitet. Entgegen der Meinung von Judeich und Nitsche (9), daß das Bockkäferholz zur Herstellung von Dauben ganz ungeeignet sei, halte ich die Verarbeitung des befallenen Rohholzes zu Dauben am vorteilhaftesten. Denn obwohl beim Aufspalten der Daubenklötze die beschädigten Teile in die Späne gehen, liefern die gesunden Teile fehlerfreie Dauben. Durch zweckdienliche Ausformung des befallenen Holzes können die Verluste recht wesentlich herabgesetzt werden.

Die Gesamtanzahl der vom Eichenbock angegriffenen Eichen in den untersuchten Revieren übersteigt 200 000; bei 10,20 Rubel Wertverminderung je Stamm, belaufen sich also die Gesamtverluste auf über 2 040 000 Rubel. In Wirklichkeit sind sie aber noch höher gewesen, da eine größere Anzahl Eichen bereits vor der Untersuchung abgetrieben und daher nicht berücksichtigt werden konnte. Die angegebene Summe stellt nur die zufolge des Bockkäferbefalls eingetretene Minderung des Reinertrages dar. Zu den Verlusten müssen aber noch gerechnet werden: unnütze Transport- und Schnittkosten für Sägeklötze mit überwallten Bockkäfergängen, Zuwachsverluste, Verluste verbunden mit der Störung des Nachhaltigkeitsbetriebes, sowie Kosten für die Untersuchung der Vermehrungsherde.

Bekämpfungsmaßnahmen.

Mechanische und chemische Maßnahmen.

Die in der Literatur empfohlenen Maßregeln zur Abwehr des Bockkäferschadens sind: Heraushauen der angegriffenen Stämme und Käfersammeln, letzteres entweder abends während der Flugzeit, oder am Tage durch

Herausräuchern aus den Gängen.[1]) Es sind auch Vorschläge gemacht worden die Käfer mit Schwefelkohlenstoff, durch Verkitten der Fluglöcher mit Raupenleim u. dgl. zu vernichten. Wie soll aber z. B. das Einlegen der mit Schwefelkohlenstoff getränkten Watte in jeden Bockkäfergang durchgeführt werden, wenn Tausende von Bäumen angegriffen sind und die Gänge bis zu einer Höhe von 20 m und darüber hinaufreichen? Dabei muß eine solche Maßnahme mehrere Jahre hintereinander wiederholt werden, denn die Stämme enthalten auch jüngere Larven, die mit solchen Mitteln nicht zu erreichen sind; außerdem können sie von neuem mit Eiern belegt werden. Dieser Art Bekämpfungsmittel kommen nur für einzelne, besonders wertvolle Bäume, z. B. Alteichen von kulturhistorischem Wert, in Betracht. Neben Schwefelkohlenstoff kann nach unseren Erfahrungen für diese Zwecke auch Paradichlorbenzol gebraucht werden.

Das Käfersammeln in Massenvermehrungsgebieten ist, wenn auch schwierig, doch durchführbar.[2]) In ukrainischen Wäldern fliegt der Käfer den größten Teil des Tages und ist viel leichter zu fangen als in Westeuropa, und ohne vorherige Ausräucherung. Berücksichtigt man aber die lang ausgedehnte Flugperiode des Eichenbocks, seine mehrjährige Generation und den enormen Umfang der verseuchten Flächen, ist auch vom Käfersammeln kaum ein befriedigendes Ergebnis zu erwarten, zumal wenn die Ursachen der Massenvermehrung fortbestehen bleiben. Daher ist der Käferfang nur ein Hilfsmittel neben anderen, mehr durchschlagenden Maßnahmen.

Als dezimierender Faktor spielen die Feinde des Eichenbocks eine gewisse Rolle, ihre praktische Bedeutung ist jedoch nicht groß. Auch von Pilzerkrankungen, die in den letzten Jahren häufig vorkamen, darf nicht übermäßig viel erhofft werden, da sie sehr von der Witterung abhängig sind. Das Auffinden der von parasitären Pilzen getöteten Larven und Käfer in alten, seit 20 Jahren und mehr überwallten Gängen, zeigt, daß Pilzkrankheiten auch früher auftraten, ohne jedoch den Bockkäfer in seiner Vermehrung hindern zu können.

Forstwirtschaftliche Bekämpfungsmaßnahmen.

Eine radikale Bekämpfung des Eichenbocks ist, wie aus dem vorstehend Geschilderten einleuchten dürfte, nur dann möglich, wenn die die Massenvermehrung des Schädlings fördernden Bedingungen behoben werden. Dies kann aber nur durch entsprechende Änderung der Wirtschaftsmaß-

---

[1]) Nach Meinung verschiedener Autoren (1, 5, 8, 13) soll der Käfer beim Herausziehen aus dem Gange nicht an die Fühler angefaßt werden, da diese angeblich abbrechen und der Käfer entkommt. Ich habe die Tiere wiederholt auf diese Art herausgezogen, ohne daß dabei die Fühler abbrachen.

[2]) Am besten mit langen Keschern zu Beginn der Eiablagezeit. Halten sich die Käfer in den Gängen auf, so genügt ein kräftiges Anpochen an den Stamm, um sie herauszutreiben.

nahmen, die an dem Wesen des Käfers und des Waldes voll angepaßt sind, erreicht werden. Diese Maßnahmen müssen einerseits direkt auf die Vernichtung des Schädlings, anderseits auf die Vorbeugung seiner Vermehrung gerichtet sein.

Als erster Schritt zur Sanierung der verseuchten Bestände müssen die Schläge der nächsten Jahre in die Fraßgebiete verlegt werden. Die Aufarbeitung und der Abtransport des befallenen Holzes müssen vor dem Beginn der Flugzeit des Bockkäfers abgeschlossen werden. Außerdem sind im ganzen Revier sämtliche Eichen mit frischem Bockkäferfraß [1]) herauszuhauen, da solche Stämme von Jahr zu Jahr immer mehr an Wert verlieren. Sollte durch derartigen Aushieb eine zu weitgehende Lockerung des Bestandesschlusses (0,5 und darunter) eintreten, ist es besser, den betreffenden Bestand kahl abzutreiben. Nach der Herausnahme der befallenen Bäume sind die übriggebliebenen Kulissen, sowie freigestellte Einzelstämme zu räumen, da sie doch früher oder später dem Bockkäfer zum Opfer fallen werden. Beim Auszeichnen der zu fällenden Stämme ist folgendes nach Möglichkeit zu beachten: Dort, wo der Jungwuchs bis an die Kronen der Eichen hinaufreicht, sind nur die befallenen Stämme zu fällen; in jenen Stellen aber, wo der Jungwuchs noch nicht die Stämme des Mutterbestandes beschattet, sind sämtliche Alteichen zur Vermeidung der Bockkäferinfektion abzutreiben.

Fangbäume kommen bei der Bekämpfung des großen Eichenbocks nicht in Betracht, weil er, wie vorstehend erwähnt, liegendes Holz nicht angreift. Dagegen brütet er gerne in Eichenstubben, die als Vermehrungsstätten von großer Bedeutung sind. Die Stubben, namentlich solche von 50 cm Durchmesser und darüber, da sie dem Bockkäfer besonders zusagen, können daher mit Erfolg als Fangmaterial verwendet werden; sie müssen aber zum Schluß der ersten Vegetationsperiode nach dem Hiebe geschält oder gerodet werden. [2]) Werden die Stubben nicht zu Fangzwecken benutzt, müssen sie unmittelbar nach dem Schlage zur Vorbeugung des *cerdo*-Angriffes geschält werden. Jedoch allein durch Aushieb befallener Stämme und Schälen der Stubben kann der Vermehrung des Eichenbocks, solange die Bedingungen, die seine Entwicklung begünstigen, fortbestehen bleiben, nicht Einhalt geboten werden. So z. B. hörte seine Vermehrung in den Oberförstereien Tschigirinskoje und Tschernolesskoje nicht auf, obwohl der Aushieb einzelner befallener Stämme sowie ganzer Parzellen in diesen Revieren bereits seit 1925 unausgesetzt fortging. Man setzte aber fort in Kulissen zu schlagen, wo-

[1]) Stämme mit nur alten, im Verwachsen begriffenen Gängen des Eichenbocks können, um starke Lockerung des Schlusses zu vermeiden, stehen bleiben, da sie forsthygienisch nicht mehr gefährlich sind.

[2]) Beim Schälen der Eichenstubben werden, außer den Larven von *C. cerdo*, auch solche von anderen Schädlingen, wie z. B. *C. scopolii*, *Agrilus biguttatus* (35), einige Borkenkäferarten u. a. vernichtet.

durch dem Bockkäfer immer neue Vermehrungsmöglichkeiten geboten wurden. Alle besprochenen Vertilgungsmaßnahmen sind daher nur dann erfolgreich, wenn die Wirtschaftsmethoden mit ihnen im Einklang stehen. Ausschlaggebend für den Enderfolg der Bekämpfung ist die richtige Wahl der Hiebsart.

Die Einwirkung der Kulissenschläge auf die Vermehrung des Eichenbocks ist bereits oben behandelt worden. Unterzieht man andere Hiebsarten einer ähnlichen Prüfung, so erscheint der Plenterhieb, sowie der Kahlhieb mit unmittelbarer Aneinanderreihung der Schläge am zweckmäßigsten.

Der Plenterbetrieb ist der Natur des Waldes am meisten angepaßt und bewahrt die ursprüngliche Struktur der Bestandeskomplexe unversehrt; dadurch entbehrt auch diese Betriebsart der Voraussetzungen, die zu einer Massenvermehrung des Eichenbocks führen können. Die Kompliziertheit des Plenterbetriebes und die geringen Erfahrungen, die man mit ihm in der Ukraine gemacht hat, gestatten es aber vorläufig noch nicht, ihn in größerem Umfang anzuwenden. Man muß sich daher in der Hauptsache auf den Kahlhieb beschränken. Am günstigsten im Sinne der Vorbeugung des Schädlings ist alljährliche Aneinanderreihung der Schläge, da der Bockkäfer in erster Linie die freigestellten Bestandesränder angreift und in so kurzer Zeit nicht einmal physiologischen Schaden anzurichten vermag. In diesem Fall dienen also die randständigen, freigestellten Eichen als stehende Fangbäume. Soll der Altbestand einstweilen noch als Schutz des Jungwuchses und zur teilweisen Besamung der Schlagfläche benutzt werden, kann man den Anreihungszeitraum verlängern, jedoch nicht über die Generationsdauer des Schädlings hinaus.

Die Breite der Schlagfläche im Springschlagbetrieb mit langfristiger Anreihung der Schläge ist, wie oben näher erörtert wurde, einer der wesentlichsten Faktoren bei der Vermehrung des Eichenbocks. Schmale Schläge bedürfen größerer Anzahl Anhiebe; dadurch wächst die Gesamtlänge der Schlagränder und mit ihr auch das Brutmaterial für den Bockkäfer. Beim Kahlschlagbetrieb mit kurzfristiger Anreihung (nicht länger als die Entwicklungsdauer des Eichenbocks!) ist die Breite der Schlagflächen in dieser Beziehung belanglos. Lediglich um mit weniger Anhieben auszukommen, empfiehlt es sich, die Schläge breiter zu halten.

Die Frage nach der Hiebsrichtung hängt eng mit der Dauer des Anreihungszeitraums zusammen. Ist dieser länger als die Generation des Bockkäfers, muß der Bestand in der dem Käfer am wenigsten zusagenden Himmelsrichtung freigestellt, der Hieb also von N nach S, bezw. von O nach W geführt werden. Ist der Anreihungszeitraum kürzer als die Generationsdauer, ist die Hiebsrichtung hinsichtlich der Bockkäfergefahr bedeutungslos, da *cerdo*-Brut nach dem Abtrieb jüngst befallener Stämme nicht mehr zur Entwicklung gelangen kann. Stockt aber im Nachbarjagen ein hiebsreifer Eichenbestand, so ist es ratsam, den Hieb von S nach

N oder W nach O zu führen, um nicht den Nachbarbestand durch ungünstige Freistellung dem Bockkäferangriff auszusetzen.

Die Belassung von Überhältern als Samenbäume oder zur Starkholzzucht ist in Vermehrungsgebieten unzulässig.

Auch die Umtriebszeit hat einen gewissen Einfluß auf die Vermehrung des Schädlings. Je älter und stärker die Eichen, um so mehr sind sie von ihm gefährdet; aus diesem Grunde wäre eine Herabsetzung der Umtriebszeit anzuraten, obwohl die Bestände auch dann vor dem Angriff des Käfers nicht gesichert wären. In Anbetracht des großen Bedarfs des Landes an Starkholz, erscheinen etwaige Vorzüge der Umtriebskürzung recht gering, um so mehr als durch zweckdienliche Wirtschaftsmaßnahmen der Massenvermehrung des Eichenbocks, auch in Beständen mit hoher Umtriebszeit, effektiv vorgebeugt werden kann. So z. B. ist in den rationell bewirtschafteten 250-, ja 350jährigen Beständen des Reviers Korabelnoje kein Bockkäferfraß nachzuweisen.

Langsam fortschreitende Verjüngung begünstigt den Schädling; vorteilhaft ist es daher, noch vor dem Abtrieb zu verjüngen; dadurch gewinnt man einen Vorsprung, gewöhnlich von 2 Jahren, da die Räumung und Säuberung der Schläge oft erst im zweiten Jahre nach dem Hiebe abgeschlossen und die Kulturarbeit daher verzögert wird.

Als weitere vorbeugende Maßnahme ist es von außerordentlicher Bedeutung, den Unterwuchs sowie den Strauchwuchs mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln zu schützen. Am zweckmäßigsten in diesem Sinne wäre das völlige Verbot der Waldweide oder zumindest wesentliche Einschränkung in ihrer Ausübung. In hiebsreifen Beständen der meist bedrohten Gebiete sollte die Waldweide etwa 10 Jahre vor dem Abtrieb nicht mehr gestattet werden.

Die Bekämpfung des Eichenbocks in der Ukraine.

Maßnahmen vor 1927.

Bereits Ende des vorigen Jahrhunderts sind mancherorts in den vom Eichenbock heimgesuchten Eichenrevieren der Ukraine Maßnahmen, wie Aushieb absterbender Eichen, Verkürzung des Anreihungszeitraums, Verbot des Überhaltsbetriebs, angeordnet worden, die jedoch in der Hauptsache aus Wirtschaftsrücksichten zur Anwendung gelangten. Der direkte Zusammenhang zwischen diesen Maßnahmen und der Vermehrung des Eichenbocks war damals noch nicht näher bekannt.

Als Bekämpfungsmaßnahme gegen den Eichenbock ist der Aushieb angegriffener Bäume erst im Jahre 1925 in der Oberförsterei Tschigirinskoje vorgenommen worden; es wurden in diesem Jahre über 200 Freistandseichen (= 1200 fm) abgetrieben. In den folgenden Jahren setzte man mit dem Trocknishieb in diesem Revier sowie in Tschernolesskoje und Sinovjevskoje fort, wobei nicht nur Einzelstämme, sondern auch ganze Waldparzellen abgeholzt wurden.

Maßnahmen nach 1927.

Auf Grund der vom Verfasser bereits 1927 gemachten Untersuchungen ernannte die Allukrainische Forstverwaltung eine besondere Kommission, die gemeinsam mit dem Verfasser eine nochmalige Untersuchung der verseuchten Gebiete ausführen sollte. Die Ergebnisse dieser Nachprüfungsarbeit stimmten voll und ganz mit den früher gemachten Feststellungen überein. Der vorgeschlagene Bekämpfungsplan wurde von der Kommission angenommen und die Forstverwaltung hat, in Anbetracht der drohenden Gefahr einer weiteren Vermehrung des Schädlings, eine Reihe dringender Sanierungsmaßnahmen angeordnet, die sofort in Angriff genommen wurden. In Übereinstimmung hiermit sind während der Zeit 1929—1930 die wichtigsten Herde in den betreffenden Revieren herausgehauen worden. Zur Aufarbeitung der angefallenen gewaltigen Holzmengen hat man vielerorts auswärtige Waldarbeiter und Holzfahrer heranziehen und den Abtransport mit Traktoren ausführen müssen. In der Nähe des Reviers Tschernolesskoje ist ferner zur Verwertung des Bockkäferholzes ein Großsägewerk errichtet worden.

Außer den Trocknishieben wurden in den Jahren 1928/1929, 1929/1930 auf 875 ha Schlagflächen Eichenstubben geschält. Käferfang kam nur in sehr beschränktem Maße, vorzugsweise auf Lagerplätzen, zur Anwendung.

Änderungen im Hauptwirtschaftsplan.

Im Zusammenhang mit der Bockkäfervermehrung sind im Hauptwirtschaftsplan folgende Änderungen vorgenommen worden: In allen Revieren ist der Kulissenhieb abgeschafft und durch den Kahlhieb mit unmittelbarer Aneinanderreihung der Schläge ersetzt worden. In den Beständen mit Vorherrschaft der Mischhölzer der Oberförsterei Korabelnoje und anderer Reviere wurde ferner die Belassung von Eichenüberhältern nicht mehr gestattet.

Der Enderfolg dieser Bekämpfungsaktion war durchschlagend: Der Eichenbock ist heute als Massenschädling der ukrainischen Wälder vernichtet worden. Es können zwar einige, noch nicht bekannt gewordene, kleinere Fraßstätten des Bockkäfers erhalten geblieben sein, doch, trotz diesbezüglicher Anfragen, treffen keine Meldungen über neue Schäden mehr ein.

Literatur.

1. Altum, B., Forstzoologie Bd. III: Insekten. Berlin 1923.
2. Barbey, A., Biologie du *Cerambyx heros* Scop. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. Lausanne 1915.
3. Brehm, A. E., und Roßmäßler, L., Die Tiere des Waldes. Leipzig und Heidelberg 1867.
4. Calwers, C. G., Käferbuch. Naturgeschichte der Käfer Europas 3. Aufl., 1876.
5. Cecconi, G., Manuale di Entomologia Forestale. Padova 1924.
6. Craveri, C., Insetti Nocivi all agricoltura ed alla selvicoltura. Milano 1926.
7. Eckstein, K., Forstliche Zoologie. Berlin 1897.
8. Escherich, K., Forstinsekten Mitteleuropas II. Berlin 1923.

9. Judeich und Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde 1889.
10. Kleine, R., Die Schmarotzerwespen der Cerambyciden und Buprestiden. Ent. Blätter 1909.
11. Keller, C., Zur Lebensweise von *Cerambyx heros* Fabr. Zeitsehr. f. d. ges. Forstwesen 1885.
12. Lucas, H., Note sur les *Hammaticherus heros* et *miles*. Ann. Soc. Ent. Fr. 6, 1881.
13. Lunardoni, A., Gli Insetti nocivi. Napoli 1899.
14. Mayet, V., Note sur les moeurs des Cerambyx. Ann. Soc. Ent. Fr. 6, 1881.
15. Nördlinger, Entom. Zeitung Stettin 1848.
16. Novicki, S., Eine neue Tyndarichus-Art, *T. rudnevi* n. sp., aus Eiern von *C. cerdo* L. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie. Berlin 1928.
17. Nüßlin, O., Rhumbler, L., Forstinsektenkunde. Berlin 1922.
18. Ratzeburg, J. Th. Chr., Forstinsekten 1839.
19. Reitter, E., Fauna germanica Bd. IV.
20. Schiödte, J. G., De metamorphosi Eleuteratorum. Kopenhagen 1862.
21. Taschenberg, E., Praktische Insektenkunde. Bremen 1879—1880.
22. Westwood, J., An introduction to the modern classification of insects, founded an the natural habits and corresponding organisation of the different families V. I. London 1839.
23. Wimmer-Fürst, Die Lehre vom Forstschutz. Berlin 1924.
24. Xambeu, Moeurs et metamorphoses des insectes. Longicornes 1902.

In russischer Sprache.

25. Baranetzky, Forstschutz. St. Petersburg 1881.
26. Beljaev, V., Die Käfer des Orlowschen Gebiets. Orel 1923.
27. Gornostajev, F., Die Feinde der Nadel- und Laubhölzer. Moskau 1903.
28. Greese, N., Der große Eichenbock in ukrainischen Wäldern. Ukrainischer Forstmann 1928.
29. Jelatschitsch, E., Der Instinkt. St. Petersburg 1913.
30. Kapelkin, V., Aus dem Leben der Käfer. Moskau 1923.
31. Lavroff, S., Die angewandte Entomologie. Petrograd 1915.
32. Lindemann, K., Die Grundlagen der Entomologie. St. Petersburg 1902.
33. Mokrzecki, S., Die schädlichen Insekten des Gouvernements Taurien 1905.
34. Mahlke-Troschel, Die Holzkonservierung. Moskau 1930.
35. Rudnev, D., Zur Biologie des *Cerambyx scopolii* Laich. Def. des Plantes. Leningrad 1931.
36. Ssacharoff, N., Die Käfer aus dem Gouvernement Ssaratow. Ssaratow 1905.
37. Cholodkovsky, N., Kursus der Entomologie 3. Aufl. Leningrad 1929.
38. Tscherkunoff, Das Verzeichnis der Käfer von Kiew und Umgebung. Verh. naturw. Ver. Kiew. Kiew 1889.
39. Fabre, J. H., Der Instinkt der Insekten. St. Petersburg 1905.

Über Ursachen der Überwinterung der Lymantria dispar, L. monacha und anderer Lymantriiden im Eistadium.

Von

Kristo Tuleschkov, Sofia.

(Aus dem Zoologischen Institute der Karls Universität in Prag.)

(Mit 11 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

1. Einleitung und Fragestellung 97
2. Material und Methoden 99
3. Die Embryonalentwicklung 99
4. Experimentelle Beobachtungen 105
5. Zusammenfassender Erklärungsversuch 115

* * *

Einleitung und Fragestellung.

Eine allgemein bekannte Eigenschaft der Lepidopteren ist die Möglichkeit in verschiedenen Entwicklungsstadien zu überwintern. Am häufigsten geschieht die Überwinterung im Eistadium. Sobald die Eiablage im Spätsommer oder im Herbst stattfindet oder sobald die Embryonalentwicklung einen langsamen Verlauf nimmt, ist es leicht begreiflich, daß die eintretende Herbst- und Winterkälte den Entwicklungsprozeß und das Schlüpfen der Raupen verhindert. Bei den wichtigsten forstschädlichen Lepidopteren findet die Eiablage durchwegs am Anfang des Sommers statt, also lange vor Eintritt der hemmenden Kälte, und trotzdem sind es einige, deren Raupen im selben Sommer nicht mehr schlüpfen, sondern in der Eischale verborgen den Winter überdauern. So legen z. B. *Euproctis chrysorrhoea*, *Dendrolimus pini*, *Lymantria dispar* und *Malacosoma neustria* beinahe zur selben Sommerzeit ihre Eier ab, und doch schlüpfen in demselben Sommer nur die Raupen einiger dieser Arten, wogegen bei den übrigen die jungen Raupen innerhalb der Eischalen überwintern.

Nun finden wir aber die überraschende Tatsache, daß die Embryonalentwicklung der oben genannten Arten und überhaupt der Lymantriiden äußerst schnell fortschreitet, so daß man schon ungefähr am 14. Tage nach der Eiablage innerhalb der Eischale eine äußerlich

vollständig fertigentwickelte Raupe findet. Das gilt ohne Ausnahme für alle unsere Lymantriiden. Spätestens Mitte August finden wir innerhalb der Eischalen bei *Lymantria dispar, monacha, Malacosoma neustria* und anderen eine kleine schlupfreife Raupe. Von diesem Zeitpunkte angefangen teilen sich aber die Lymantriiden in bezug auf die weitere Entwicklung in zwei Gruppen. Während die Eiraupen von *Stilpnotia salicis, Dasychira pudibunda* und *Euproctis chrysorrhoea* nun sofort schlüpfen, bleiben die kleinen Räupchen von *Lymantria dispar, L. monacha* und *Malacosoma neustria* weiter in der Eischale eingeschlossen, überliegen die wärmste Sommerzeit und den ganzen Winter um schließlich im nächsten Frühjahr bei der ersten anhaltenden Temperaturerhöhung zu schlüpfen. Merkwürdig ist die Erscheinung, daß die das Schlüpfen der überwinternden Raupen verursachende Frühlingswärme immer bedeutend geringer ist als die Sommertemperatur des vorgehenden Jahres, bei welcher die Raupen nicht schlüpfen konnten. Die sonderbare Erscheinung, daß bei den Lymantriiden, obwohl sie alle binnen zirka 3 Wochen die Embryonalentwicklung mit einer äußerlich fertigentwickelten Eiraupe abschließen, ein Teil der Arten trotz günstiger Sommertemperatur das Ei nicht verlassen kann, hat schon früher einige sich mit der Biologie der Nonne befassenden Entomologen zu Erklärungsversuchen gebracht. Knoche dachte an Hemmungen im Sauerstoffverbrauch, Komárek kam in jüngster Zeit mit der Ansicht, daß das Schlüpfen der Raupen von der Beendigung der Resorption des Darmdotters abhängig ist.

Diese und andere Beobachtungen und Fragen über die Ursachen des zeitlich und klimatisch ungleichmäßigen Schlüpfens der einzelnen Arten der forstschädlichen Lymantriiden bildeten mein Arbeitsfeld.

Obwohl es sich, wie wir sehen werden, herausgestellt hatte, daß das Schlüpfen tatsächlich von der beendeten Resorption des Eidotters im Darmlumen der Eiraupe abhängig ist, kann man die Frage damit nicht als erledigt ansehen. Man muß immer noch fragen, von welchen Bedingungen diese ungleichmäßige, einmal rasche, das zweitemal verzögerte Dotterresorption beherrscht wird. Welche Faktoren beschleunigen oder hemmen diesen physiologischen Vorgang? Sind es die Temperatur, Oxydation, Wasserhaushalt oder Strahlenwirkung, die stimulierend oder hemmend wirken?

Die moderne angewandte Entomologie brachte einen tiefen Einblick in die Rolle der atmosphärischen Einflüsse, insbesondere der Wärme und Feuchtigkeit während der Insektenentwicklung. Besonders verdienstvoll sind die Arbeiten von Sanderson, Blunck, Janisch, Bodenheimer, Zwölfer u. a., die die Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit der Insekten von den Wärme- und Feuchtigkeitseinflüssen mathematisch dargestellt haben. Trotzdem kann man diese Studien nicht als endgültig betrachten, worüber einige Beobachtungen in meiner Arbeit berechtigte Zweifel bringen. Es hat sich gezeigt, daß die Embryonalentwicklung der Insekten gerade so,

wie bei anderen tierischen Gruppen, nicht nur von physikalischen, sondern wahrscheinlich auch von genetisch fixierten Bedingungen beherrscht wird.

Material und Methoden.

Als Gegenstand meiner Studien wählte ich die Eier von *Bombyx mori*, als Vertreter der frühschlüpfenden Gruppe, die Eier der *Lymantria dispar* bildeten die Vertreter der spätschlüpfenden Arten. Diese beiden Arten dienten mir zur Beobachtung der Embryonalentwicklung vom morphologischen Standpunkt. Ich wollte wissen, ob in der Ausbildung der inneren und äußeren Organe der Eiraupen zwischen beiden Gruppen gewisse Unterschiede bestehen. Insbesondere handelte es sich um die von Komárek aufgeworfene Frage der raschen oder langsamen Dotterresorption im Darmlumen der sich entwickelnden Eiraupen.

Ich streckte dann diese Embryonalstudien auch auf die Eientwicklung der *Lymantria monacha, Malacosoma neustria, Euproctis chrysorrhoea* und anderer Lepidopterenarten aus: Zum Beispiel *Samia cecropia, Orthosia macilenta, Orthosia pistracina, Dichonia convergens.*

Die Respiration wurde mittels eines speziellen Mikrorespirometers (nach H. Ing. Drastich) an den sich entwickelnden Eiern der Arten *Bombyx mori,* weil ich meine Arbeit im Herbst begonnen habe, wo die fast 6 Monate hindurch fleißig gemessen.

Die Intensität der Wasserabgabe, d. h. der sukzessiven Dehydration während der Embryonalentwicklung wurde an den Eiern der *Lymantria dispar* gleich nach Eiablage in Abständen von 10 Tagen bei konstanter Luftfeuchtigkeit und Zimmertemperatur sorgfältig durch Abwiegen festgestellt.

Bei den Versuchen zur Beschleunigung der Embryonalentwicklung, d. h. eines früheren Schlüpfens der Raupen aus den Eiern von *Lymantria dispar, L. monacha* und *Malacosoma neustria* wurden als stimulierende Faktoren die Temperatur und Feuchtigkeit, der erhöhte Sauerstoffdruck, Ozon und ultraviolette Strahlen auf ihren Einfluß überprüft.

Die Embryonalentwicklung.

Die embryonale Entwicklung wurde an Eiern der *Lymantria dispar*, als Vertreter der im Eistadium überwinternden Lymantriiden studiert. Als Vergleichsobjekt der Sommerschlüpfer wählte ich die Eier des *Bombyx mori,* weil ich meine Arbeit im Herbst begonnen habe, wo die Eier der sommerschlüpfenden Lymantriiden nicht mehr vorhanden waren. Erst in der nächsten Sommersaison habe ich auch die Ent-

[1]) Meine Untersuchungen habe ich in den Laboratorien des Zoologischen Institutes der Karls-Universität in Prag gemacht. Ich benutze hier die Gelegenheit, dem Herrn Prof. Dr. J. Komárek meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die mir in so liebenswürdiger Weise angebotenen günstigen Arbeitsbedingungen in seinem Institut, sowie auch den Herren Prof. Dr. V. Janda und Dozent Dr. J. Štorkan, die mir stets gütigst behilflich waren.

wicklung der *Euproctis chrysorrhoea* als einer frühschlüpfenden Lymantriide der Überprüfung unterzogen.

In den ersten zwei Tagen der Eientwicklung beginnt die Eifurchung, der Blastoderm wird gebildet, und es zeigt sich bereits die erste Keimfurche mit zwei Keimhüllen: das eng an die Bauchseite der Keimfurche anliegende Amnion und die Serosa, welche in große kernhaltige Dotterzellen geteilt, den ganzen Keim samt Endoplasma einhüllt. Am Ende des dritten Tages ist die Keimfurche bereits so weit entwickelt, daß sie sich über die ganze Hälfte der Endoplasma erstreckt. Am vierten Tage kann man schon die ersten Anzeichen der Segmentation beobachten. Entlang der Keimfurche bilden sich wellenartige Einstülpungen, von welchen die erste und die letzte am tiefsten in die Dottermasse eingedrückt sind. Die Anlage des inneren Keimblattes erscheint als eine Reihe von Zellen auf der Innenseite der Keimfurche. Das innere Keimblatt entwickelt sich sehr rasch und bedeckt bald die ganze Innenseite des äußeren Keimblattes. Gleichzeitig entstehen als tiefe Einstülpungen die Anlagen des Stomodeums am vorderen, die des Proctodeums auf dem hinteren Ende des Embryo. Am 6. Tage bilden beide tiefeingestülpte Röhren mit zugespitzten Enden. An diesen Enden bilden sich fast gleichzeitig ringartige Gebilde, die von zwei seitlichen Gruppen von Zellen entstammend den mittleren Teil der Darmröhre entstehen lassen. Zu dieser Zeit vermehren sich sehr rasch die mesodermalen Zellen und füllen den Raum zwischen der Darmröhre und der äußeren Körperwand aus. Am 7. Tage berühren sich in der Mitte die gegeneinander wachsenden Verdauungsröhren. Diese Berührung geschieht jedoch nur auf der Bauchseite, die Dorsalseite ist noch offen. Zu dieser Zeit sind die Nervenganglien bereits vollständig entwickelt. Es entstehen die Anlagen der Tracheen und Muskelbündel im Körper und der Kopfkapsel. Der Kopf ist bereits mit Außen- und Innenskelett versehen und die Mundorgane sind schon gut sichtbar. Am 8. Tage ist die Verdauungsröhre als ein vollständig geschlossenes, einschichtiges Epithelröhrchen fertiggebildet. Rings um dieselbe entsteht die mesodermale Muskulatur. In der so gebildeten Verdauungsröhre bleibt eine Menge Nahrungsdotters eingeschlossen. Der übrige Rest der Dottermassen liegt außerhalb des Keimes, zwischen denselben und der Serosa und wird auf Kosten des wachsenden Raupenembryos resorbiert.

Zwischen der Serose und der Eischale bleibt eine dünne Plasmaschicht bestehen, welche auch dann nicht schwindet, wenn schon die Raupe vollkommen fertigentwickelt ist. Nach meiner Ansicht hat diese protoplasmatische Schicht die Aufgabe eines Isolators gegen Außeneinflüsse und reguliert höchstwahrscheinlich die Wasserabgabe und die Beziehungen zu der Außenwelt.

In den folgenden 5—10 Tagen schließen sich die letzten Entwicklungsvorgänge im Innern der bereits äußerlich vollkommen fertigen Raupe ab. Die letzten Reste des zwischen dem Raupenkörper und der

Eischale liegenden Dotters werden verbraucht. Die kleine Spiegelraupe ist bereits fertig und herauspräpariert, aus der Eischale macht sie Bewegungen mit den Mundteilen und reagiert auf Reizeinflüsse mit Krümmungen des ganzen Körpers. Kurz darauf, also nach insgesamt 14 bis 20 Tagen nach der Eiablage, beißt sich die junge Raupe von *Bombyx mori* an der Stelle der Mikropyle ein Loch in die Eischale und kriecht mit dem Kopfe voran aus dem Ei heraus.

Abb. 1. Raupe der Nonne (*Lymantria monacha* I.) aus dem Ei genommen in der ersten Hälfte des September. *1* Verdauungsröhre voll mit Dotter. *2* Nervensystem.

Diese Art der Entwicklung binnen 14—20 Tagen ist allen Lymantriiden gemeinsam. Auch bei den im Eistadium überwinternden Arten *(L. dispar, L. monacha, Malacosoma neustria)* schreitet die Embryonalentwicklung in derselben raschen Weise fort. Auch hier ist im Ei an seinem 15.—20. Lebenstage die kleine Raupe vollkommen fertigentwickelt. Von diesem Moment angefangen, scheiden sich nun die Lymantriiden in zwei Gruppen. Während die fertigen Eiraupen bei den Arten *Stilpnotia salicis, Dasychira pudibunda* und *Euproctis chrysorrhoea* nun sofort schlüpfen, bleiben die Raupen der *Lymantria dispar, Lymantria monacha* und *Malacosoma neustria* weiter in der Eischale eingeschlossen und schlüpfen in der freien Natur erst nach 8—9 Monaten, also Ende April oder Anfang Mai des nächsten Jahres zur Zeit, wo sich die Baumknospen zu öffnen anfangen. Interessant ist nun das Schicksal des Darmdotters. Ich habe bereits schon früher erwähnt, daß ein Teil des Eidotters während der Embryonalentwicklung in die Darmröhre eingeschlossen wird. Auf zahlreichen Schnittserien durch sich entwickelnde Eier des *Bombyx mori* konnte ich feststellen, daß

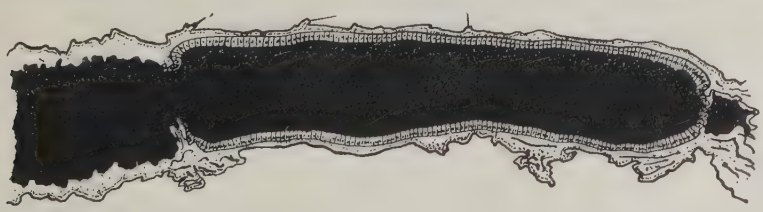


Abb. 2. Raupe des Seidenspinners (*Bombyx mori* I.) aus dem Ei genommen, noch unpigmentiert. Die Verdauungsröhre voll mit Dotter.

noch in den vorletzten Tagen der Raupenentwicklung, wo der Körper der kleinen Raupe zwar noch unpigmentiert aber sonst vollkommen fertig erscheint, der Dotter den ganzen vorderen und mittleren Teil der Verdauungsröhre ausfüllt (Abb. 2).

Mit erscheinender Pigmentation konnte man in den Schnittserien durch herauspräparierte Eiraupen von *Bombyx mori* ein allmähliches Schwinden des Darmdotters beobachten. Die Reste sammeln sich entweder in dem vorderen oder in dem mittleren Teil der Darmröhre an.

Bei bereits gut pigmentierten Räupchen, die nach Herausnahme aus der Eischale schon wesentlich besser auf äußere Reize reagierten, war der Dotter bis auf ganz geringe Überreste im vorderen oder mittleren Teil des Darmes verschwunden.

Abb. 3. Die Raupe der Nonne (*Lymantria monacha* L.) aus dem Ei genommen Ende November. Der Dotter ist in der Verdauungsröhre stark reduziert. *(1.)*

Die Raupen, die sich durch die Eischalen durchzubeißen begonnen haben, entbehrten des Darmdotters vollständig. Nur ab und zu konnte man in Ausnahmsfällen gewisse unwesentliche Spuren desselben beobachten (Abb. 4).

In sehr zahlreichen Schnittserien durch die schon geschlüpften Raupen von *Bombyx mori* wurden in keinem einzigen Falle Dotterspuren festgestellt. Im Darminnern lagen nur unverdaute Überreste der aufgefressenen Eischale. Noch am dritten Tage nach dem Schlüpfen fanden sich diese unverdauten Reste am hinteren Ende der Darmröhre. Sie werden als erster Kot abgelegt.

Diese Feststellung leugnet die alte Ansicht, daß die Eischale der jungen Raupe als erste Nahrung dient. Sie bleibt immer unverdaut und wird auch so entleert (Abb. 6).

Alle meine Beobachtungen an Schnittserien durch die sich entwickelnde Raupen von *Bombyx mori* bestätigen, daß der Darmdotter mit fortschreitender Entwicklung der Raupe allmählich resorbiert wird und vor dem Schlüpfen der Raupe vollständig aufgezehrt. Dieselbe Beobachtung wurde auch bei den Eiern der *Samia cecropia*, *Dichonia convergens*, *Orthosia pistacina* und anderen Arten festgestellt. Bei allen diesen Arten ist die Dotterresorption besonders intensiv unmittelbar vor dem Schlüpfen der jungen Raupen.

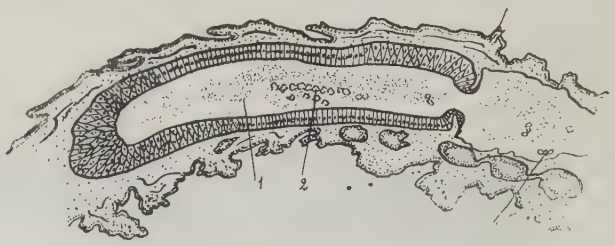


Abb. 4. Raupe des Seidenspinners (*Bombyx mori* L.) aus dem Ei genommen, ganz entwickelt und pigmentiert, in dem Augenblick, wo sie begann sich aus der Eihülle durchzubeißen. *1* Dotterreste. *2* Stückchen der Eihülle.

Anders ist die Sache bei *Lymantria dispar* und Verwandten. Nach Beendigung aller Entwicklungsprozesse, die mit vollkommener Fertigentwicklung der jungen Raupe und mit Schwinden des zwischen Amnion und Serose liegenden Dotters abschließen, bleibt in der Darmröhre eine starke Dottermasse eingeschlossen. Während aber bei *Bombyx mori* und den sommerschlüpfenden Lymantriiden nun eine rasche Verdauung dieses Darmdotters stattfindet, wird bei *Lymantria dispar, monacha* und *Malacosoma neustria* die Resorption des Darmdotters plötzlich eingestellt und die in der Eischale eingeschlossene Raupe verbleibt in diesem Zustande bis zum nächsten Frühjahr.

In den Schnittserien durch Raupen der *Lymantria dispar, monacha* und *Malacosoma neustria,* die nacheinander in den 11., 12., 1., 2. und 3. Monate aus dem Ei herauspräpariert wurden, konnten nur ganz langsame Veränderungen in der Menge des Darmdotters beobachtet werden.

Temperatureinflüsse, die ich in einem Wärmeschrank bei 76 bis 100 % Luftfeuchtigkeit und 25 ° C an frisch abgelegten Schwamm-

Abb. 5. Raupe des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei. *1* Stückchen der Eihülle geschluckt beim Ausschlüpfen. *2* Härchen, die Oberfläche des Eies bedeckend geschluckt beim Ausschlüpfen. *3* Dieselben Härchen im Querschnitt.

spinnereiern beobachtet habe, hatten bis zu einer gewissen Zeitgrenze keine beschleunigende Wirkung auf die Dotterresorption. Ich habe die Verhältnisse an den jeden 4. oder 5. Tag herauspräparierten, fixierten und in Schnitte zerlegten Raupen kontrolliert. Vom 20. Tag des Eialters angefangen, zeigte die bereits fertige Eiraupe selbst bei dieser günstigen Außenwärme keine merkbaren Veränderungen entgegen den Verhältnissen in der freien Natur. Die Menge des Darmdotters blieb unverändert und obwohl die herauspräparierten Raupen auf Reize durch Bewegungen reagierten, konnten sie weder kriechen noch Nahrung aufnehmen (Abb. 1). Noch im November war die Darmröhre der bei 25 ° C gehaltenen Eiraupen vollständig mit Dotter ausgefüllt.

Erst ab November änderte sich dieser Zustand. Der Darmdotter wurde nun ziemlich rasch aufgezehrt und die Raupen konnten nach einigen Tagen schlüpfen. Dasselbe stellte sich bei Eiern der *Lymantria dispar* und *monacha,* die seit August bei bloßer Zimmertemperatur gehalten wurden, ein.

Die Raupen krochen aus den Eischalen, sobald die letzten Überreste des Dotters verschwunden sind. Wenn man sie um einige Tage

früher, wo der Dotter noch nicht vollständig aufgezehrt ist, aus den Eischalen herausnimmt, sind sie beweglich, kriechen sogar mit umher, aber leben nur einige Stunden. Man findet bei ihnen immer noch einen Teil des Dotters in dem vorderen Teil der Darmröhre angehäuft (Abb. 3).

An Hunderten von Schnittserien, die ich von schon spontan geschlüpften Raupen der Nonne hergestellt habe, konnte ich jedoch nicht die geringsten Spuren des Darmdotters finden. Dasselbe habe ich auch bei *Lymantria dispar* und *Malcosoma neustria* festgestellt. In dem Darm der geschlüpften Raupen waren nur Reste der gefressenen Eischale vorhanden (Abbildung 5 u. 7).

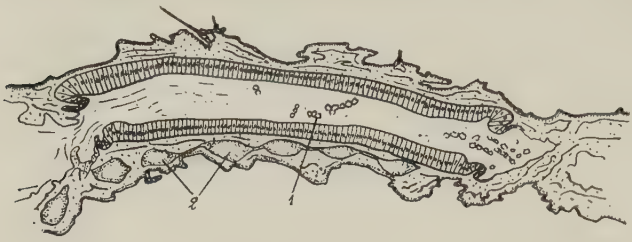


Abb. 6. Raupe des Seidenspinners (*Bombyx mori* L.) nach dem Ausschlüpfen. Der Dotter ganz resorbiert. *1* Stückchen der Eihülle geschluckt nach dem Ausschlüpfen. *2* Nervemsystem.

Wie bei *Bombyx mori*, so ist auch bei den letztgenannten Arten der Lymantriiden die Resorption des Darmdotters am intensivsten in den letzten Momenten kurz vor dem Schlüpfen der Raupe.

Der Zusammenhang der Dotterresorption mit dem Schlüpfen ist erklärlich. Solange das Vorderende des Darmes mit Dotterresten ausgefüllt ist, kann ein Abnagen und Schlucken der Eischale nicht stattfinden. Die Raupe kann also erst dann das befreiende Loch in die Eischale nagen, wenn der Dotter vollständig aus dem Darm entfernt wird.

Nach Verzehrung des Eidotters ist die Raupe aller Nahrungsstoffe beraubt. Der Hungerreiz zwingt sie zum Nagen an der Eischale und schließlich zum Schlüpfen und zur Suche nach Nahrung. Solange der Dotter im Darm enthalten ist, fällt dieser Reiz weg *(Lymantria dispar)* und die Raupe ist nicht gezwungen herauszukriechen. Sobald wir durch künstliche Wärmeeinflüsse bei der Eiraupe der Nonne oder des Schwammspinners im November die Resorption des Darmdotters ermöglichen, entsteht derselbe Hungerreiz, der sie im Frühjahr aus dem Ei treibt, und die Raupe schlüpft, abgesehen davon, ob sie eine Ernährungsmöglichkeit findet oder nicht.

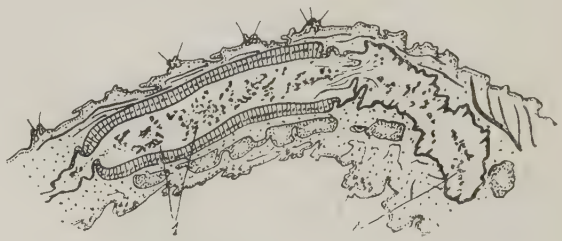


Abb. 7. Raupe des Ringelspinners (*M. neustria* L.) nach dem Ausschlüpfen. Der Dotter ganz resorbiert. *1* Stückchen der Eihülle geschluckt beim Ausschlüpfen.

Das Überwintern und Schlüpfen der Eiraupen der *Lymantria dispar* und *monacha* hängt auf keinen Fall zusammen mit der Vegetationsperiode der Nahrungspflanzen.

Während der Dottervorrat bei den hemimetabolen Insekten genügt, um das Embryo bis zur vollen Ausbildung des Imaginalkörpers ausreifen zu lassen, müssen die holometabolen Insekten wegen Eidottermangels vorzeitig in unvollkommener Gestalt die Eischale verlassen, um die Nahrung und die Energiequellen für die Beendigung der Entwicklung zu suchen.

Ein Aufschieben dieses sofortigen Schlupfzwanges geschieht bei den Lymantriiden durch eine Hemmung der Dotterresorption, die die Raupe zum Überwintern innerhalb der schützenden Eischale zwingt.

Experimentelle Beobachtungen.

Auf Grund des Studiums der Schnittserien durch die sich entwickelnde Eiraupen geht hervor, daß die Embryonalentwicklung eines fertilen frisch abgelegten Eies sich bei allen Lymantriiden ganz gleichmäßig abspielt. Sofort nach der Ablage setzt eine rasche Furchung ein und nach zirka 14 Tagen liegt innerhalb der Eischale eine vollständig fertigentwickelte kleine Raupe. Von nun an teilen sich aber die Lymantriiden in zwei physiologisch getrennte Gruppen. Während bei den Arten *Stilpnotia salicis, Euproctis chrysorrhoea* und *Dasychira pudibunda* in den letzten Tagen dieser raschen Entwicklung die letzten Reste des Eidotters im Darmlumen aufgezehrt werden, bleibt bei den Arten *Lymantria dispar, Lymantria monacha* und *Malacosoma neustria* der ganze Eidotter im Darmlumen unverändert bestehen und wird von nun an nur ganz langsam resorbiert. Diese Resorption wird in der Natur erst im Frühjahr beendet und die Raupe kann nun schlüpfen.

Wenn wir die Raupen dieser zweiten Gruppe während des Winters aus der Eischale herausnehmen, sind sie zwar lebendig und reagieren durch schwache Bewegung auf verschiedene Reizmittel, können aber weder fressen noch sich frei kriechend bewegen.

Bei der ersten Gruppe folgt nach beendigter Resorption des Darmdotters ein sofortiges Schlüpfen noch in demselben Sommer.

Den unmittelbaren Anstoß zum Schlüpfen der Raupen aus den Eischalen bildet die Aufzehrung der im Darm liegenden Eidotterreste.

Ich konnte mich über die Richtigkeit dieser Ansicht durch zahlreiche Untersuchungen der Schnittserien durch Eiräupchen, die im Laufe der Herbst- und Wintermonate nacheinander aus den bei Zimmertemperatur gehaltenen Nonneneiern herauspräpariert wurden, einwandfrei überzeugen. Der Dottervorrat wurde immer geringer und bei den geschlüpften Spiegelräupchen der Nonne war das Darmlumen vollständig dotterfrei. Daß der Prozeß der sehr langsamen Dotterresorption bei der Nonne, dem Schwammspinner und *Malacosoma neustria* durch

steigende Temperatur irgendwie beschleunigt werden könnte, schien mir sinnlos. Die Eier werden doch während, meist aber schon vor Eintreten des Hochsommers abgelegt und die hohe Freilandtemperatur während der Monate Juli, August und September müßte mindestens denselben beschleunigenden Einfluß auf die Dotterresorption und das Schlüpfen der Raupen der Nonne und Schwammspinner ausüben, wie die Zimmertemperatur im November, wo ein 14tägiger Einfluß derselben genügt, um die aus der Natur eingebrachten Eier zum Schlüpfen zu bringen.

Trotzdem setzte ich die ganz frisch abgelegten Nonneneier (Schwammspinnereier) einer konstanten Sommertemperatur aus. Ich hielt sie in kleinen Petrischalen bei einer Luftfeuchtigkeit von 76 bis 100 % in zwei konstanten Wärmestufen: a) Zimmertemperatur, b) 22—25 °C. Unter diesen günstigen Wärmeverhältnissen lebten die Eier und die darin enthaltenen Raupen vom August bis Oktober, ohne daß ich durch den Einfluß der Wärme eine bedeutende Resorption des Dotters oder ein Schlüpfen der Raupen erzielen konnte.

Erst im November endete dieser äußerst langsame Resorptionsprozeß und ich erhielt am 11. November die ersten Nonnenraupen und am 7. Dezember die ersten Schwammspinnerraupen. Diese Versuche wurden an Schnittserien ständig kontrolliert, wobei man feststellen konnte, daß die Dottermassen im Darm erst kurz vor dem Schlüpfen verbraucht werden. Ebenso wie bei den frühschlüpfenden Lymatriiden (*Euproctis chrysorrhoea, Stilpnotia salicis*) ist also auch bei der Nonne und dem Schwammspinner das Verlassen der Eischale von der erfolgten Darmdotterresorption abhängig. Der Unterschied liegt nur darin, daß bei der erstgenannten Art die Dotterresorption in 14—20 Tagen beendigt wird, wogegen bei letzteren Arten zur Beendigung desselben Vorganges (der Dotterresorption) mehrere Wochen notwendig sind. Der Versuch bei letzteren Arten, die Dotterresorption durch Temperatureinflüsse zu beschleunigen, scheiterte, obwohl sonst die Nonneneier, die im November aus freier Natur eingebracht und der Zimmertemperatur ausgesetzt wurden, schon nach wenigen Tagen schlüpfen. Während der Sommer- und der ersten Herbstmonate sind also die Eier der im Frühjahr schlüpfenden Lymantriiden gegen Temperatureinflüsse fast überhaupt nicht empfindlich. Es ist gleichgültig, ob sie nach der Ablage im Juli-August einer konstanten hohen Temperatur (oder Zimmertemperatur) ausgesetzt werden, oder ob sie sich unter der normalen Herbstkälte befinden. Sie beginnen erst zirka ab November gegen Temperaturerhöhung empfindlich zu sein.

Wenn also ab November in der Natur die Frühlingswärme einsetzen möchte, würden die Nonnen und Schwammspinnerraupen nach kurzer Zeit schlüpfen. Ob sie vorher einer konstanten Sommerwärme oder der sinkenden Temperatur der Herbstmonate ausgesetzt wurden,

ist gleichgültig. Die Fähigkeit zur raschen Dotterresorption unter Einfluß der Wärme beginnt erst nach Ablauf dieser gegen Temperaturerhöhung unempfindlichen Periode, welche sich auf 10—12 Wochen nach der erfolgten Eiablage erstreckt. Demnach kann man die Eientwicklung der Nonne und des Schwammspinners in zwei physiologische Perioden einteilen. Die erste Periode erstreckt sich von der Eiablage bis ungefähr zu Ende Oktober, während welcher die Außenwärme (atmosphärische Wärme) scheinbar keinen Einfluß hat. Die zweite Periode beginnt sofort nach der ersten und erstreckt sich vom Oktober bis März-Mai. In dieser zweiten Zeit ist die Eientwicklung, d. h. das Raupenschlüpfen, gegen Wärmeeinflüsse sogar sehr empfindlich. Die Raupen schlüpfen nun im beliebigen Monate, sobald man die Eier einer konstanten Zimmertemperatur aussetzt, gleichgültig, ob sie sich vorher (in der ersten Periode) in freier Natur befanden oder ob sie im Laboratorium einer sommerlichen Wärme ausgesetzt waren. In der zweiten Periode sind sie auch gegen Kälte empfindlich. Die niederen Temperaturen der Wintermonate verhindern bis zum Frühjahr das Schlüpfen der Raupen.

Einen schönen Beweis der wechselnden Wirkung der Wärme auf die zwei Entwicklungsperioden des Schwammspinnereies brachte in diesem Jahre die Natur selbst. Der diesjährige äußerst zeitliche und heiße Frühling in den Ostländern der Tschechoslowakei ermöglichte der *Lymantria dispar* schon Ende Juni Eier abzulegen. Sonst findet die Eiablage im August statt. Die Eier waren demnach der Hitze des ganzen Sommers ausgesetzt. Die Entwicklung, d. h. die Dotterresorption, beschleunigte sich dadurch gar nicht und erst wenn die gegen Wärme unempfindliche Zeitspanne von 12 Wochen abgeflossen ist, waren die kleinen Räupchen innerhalb der Eischale schlupfreif. Der Beginn der zweiten Periode fiel diesmal nicht wie üblich in die beginnende Herbstkälte im Oktober oder November, sondern in den warmen September. Die Folge war, daß die Spiegelraupen der *Lymantria dispar* noch im September aus ihren Eischalen herausgekrochen sind. Die Raupen konnten sich natürlich nicht am Leben erhalten und starben mit einsetzender Kälte ab.

Im Prager Institute für Forstschutz wird die Nonne und der Schwammspinner aus in der Natur frisch abgelegten und eingesammelten Eiern schon jahrelang gezüchtet, und man hat sich ebenfalls vielfach bemüht durch Wärmeeinfluß das Eistadium künstlich zu verkürzen. Weil die Eiablage normalerweise immer im Juli oder August erfolgt ist, gelang es nie, ein Schlüpfen im September zu erzielen. Der Einfluß der konstanten erhöhten Wärme setzte erst nach Ablauf von mindestens 12 Wochen ein, und der früheste Termin des Raupenschlüpfens blieb Ende Oktober oder Anfang November. Auch in der Natur sind die kleinen Raupen in den Eiern dieser Arten schon ab November fast vollkommen schlupfreif, und bloß die niedrige Lufttemperatur der Wintermonate verhindert das sofortige

Schlüpfen. Sobald sie aber nun in das Laboratorium gebracht werden, kriechen sie nach kurzer Zeit unter Einfluß der Zimmertemperatur aus der Eischale heraus. Früher als im November, d. h. im August, September und Oktober, schlüpfen sie im Laboratorium nie. Jeder Versuch, dieselben durch konstante günstige Wärme und Feuchtigkeit schon in dieser Zeit zum Schlüpfen zu bringen, ist mißlungen.

Ich habe dieselben Versuche mit *Lymantria dispar* bei konstanter Luftfeuchtigkeit von 76—100 % und Temperaturen von 20 °, 22 ° und 25 ° C mehrmals wiederholt und bin zu gleichen Resultaten gekommen. In der erwähnten ersten Periode hatte der Einfluß einer höheren Wärme kein Schlüpfen zur Folge und auch die Resorption des Darmdotters wurde nicht beschleunigt, obwohl ich die Eier gleich nach der Eiablage, also volle 3 Monate, in den Wärmeschränken bei oben erwähnter Wärme gehalten habe. Erst Anfang November erschienen die ersten Raupen, bei welchen auch der Darmdotter vollständig resorbiert war.

Ich konnte weiter feststellen, daß die Dotterresorption auch innerhalb der *dispar-monacha*-Gruppe während der Überwinterung nicht gleichmäßig geschieht. Die Intensität der Resorption ist am größten in den letzten Tagen und Stunden vor dem Schlüpfen der Raupe. In freier Natur bleibt bei den Eiraupen der *Lymantria dispar* und *L. monacha* die Dottermenge in dem Darm während des ganzen Winters fast unverändert und schwindet erst kurz vor dem Schlüpfen der Raupen im Frühjahr. Dasselbe Resultat erzielen wir, wenn wir ab November zur beliebigen Zeit die Eier dieser Arten einer Sommertemperatur aussetzen. Nach kurzer Zeit wird der Darmdotter resorbiert und die Raupen schlüpfen, sei es nun im Dezember, Januar oder Februar. Wir sehen, daß sich die Reaktion in bezug auf den Wärmeeinfluß ab November plötzlich geändert hat.

Wie wir erwähnt haben, hat in der ersten Hälfte der normalen Entwicklung der Eiraupen der *Lymantria dispar* und *L. monacha* selbst die optimale Wärme scheinbar keinen Einfluß auf Beschleunigung des Schlüpfens. Vor Ablauf einer Zeitspanne, die in diesem Falle ungefähr 4 Monate beträgt, gelingt es nicht die Raupen zum Herauskriechen aus der Eischale zu bringen. Sobald aber diese 4monatliche Frist abgeflossen ist, beginnen die Raupen gegen Temperaturerhöhung empfindlich zu werden, und es gelingt nun in kurzer Zeit durch Einfluß von bloßer Zimmertemperatur sie zum vorzeitigen Schlüpfen zu bringen.

Wir haben aber gezeigt, daß der Raupenkörper innerhalb der Eischale schon 14 Tage nach der Eiablage, mit Ausnahme des Darmdotters, vollkommen fertigentwickelt ist. Dieser Darmdotter wird aber bei *Stilpnotia, Dasychira* und *Euproctis* fast gleichzeitig mit der Fertigentwicklung der Raupe aufgezehrt und die Raupen schlüpfen deshalb schon 2—3 Wochen nach der Eiablage. Bei *Lymantria dispar* und *monacha* wird der Dotter nicht aufgezehrt und seine Menge bleibt für lange Monate unverändert. Erst nach Abfluß der 4monatlichen Ruheperiode kann der Dotter durch Wärmeeinfluß plötzlich leicht verzehrt

werden, schwindet und die Raupe schlüpft, abgesehen zu welcher Jahreszeit (ab November). Diese Änderung in der Möglichkeit der Dotterverzehrung kann in der Natur während der kalten Wintermonate nicht ausgenützt werden. Die Kälte wirkt hemmend. Beim ersten Eintritt der Frühlingswärme, sei es nun im Februar, März, April oder Mai, wird der Darmdotter rasch resorbiert und die Raupen schlüpfen.

Zusammenfassend können wir also die Lymantriiden bezüglich der Dauer und des Mechanismus der Eientwicklung in zwei physiologisch unterschiedliche Gruppen teilen. In der *Euproctis-* und *Stilpnotia-*Gruppe wird die Raupenentwicklung in 2—3 Wochen fertiggebracht, der Darmdotter wird gleichzeitig aufgezehrt und die Spiegelraupen schlüpfen. Auch bei der *Malacosoma-* und *Lymantria-*Gruppe sind die Eiraupen nach 2 Wochen morphologisch fertigentwickelt — wenigstens sieht man keine äußeren Unterschiede. Während aber bei den ersteren der Darmdotter nun sofort schwindet, bleibt derselbe bei der zweiten Gruppe für 12 Wochen unverändert und verhindert das sofortige Schlüpfen, obwohl die natürlichen Klimaverhältnisse nach der Eiablage für beide Gruppen dieselben sind.

Der Körper der fertigen Eiraupen der *Lymantria* und *Malacosoma* ist nicht imstande den Darmdotter zu resorbieren und braucht noch weitere 10 bis 12 Wochen, bevor er diese Fähigkeit gewinnt. Die Gewinnung dieser Fähigkeit kann durch Einfluß günstiger Temperatur absolut nicht früher erzielt werden. Nachdem die Resorptionsfähigkeit für den Darmdotter nach 12 Wochen erlangt wird, kann dieselbe durch Einfluß der Kälte gehemmt werden und die Raupen schlüpfen dann nicht, oder sie kann von nun an durch Wärme sofort in Gang gesetzt werden und die Raupen schlüpfen nach wenigen Tagen.

Worin die Fähigkeit der Eiraupe den Darmdotter zu resorbieren besteht, konnte nicht ermittelt werden. Jedenfalls wird diese Fähigkeit bei den sich entwickelnden Eiraupen der Gattung *Lymantria* und *Malacosoma* in dem Moment abgestellt, wo sie bei *Euproctis* und *Stipnotia* am intensivsten zu wirken beginnt: d. h. nach 14 Tagen der Eientwicklung, sobald die Raupe fertigentwickelt ist. Die Fähigkeit den Darmdotter zu resorbieren ist bei *Lymantria* und *Malacosoma* bis zu einem festgelegten Alter des Eies gegen jegliche Wärmeeinflüsse gänzlich unempfindlich und die Eientwicklung bezw. das Raupenschlüpfen kann bis dahin durch Wärme nicht beschleunigt werden.

Während dieser Zeit haben die in den letzten Jahren für die Insektenentwicklung entdeckte Wärmegesetze keine Gültigkeit.

In den letzten Jahren wurde die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne von Janisch und Zwölfer eingehend untersucht. Diese Untersuchungen erstreckten sich aber leider nur auf das

Raupenstadium und haben sich mit der Eientwicklung nur kurz befaßt. Beide beginnen mit dem Verhalten des Eies während der Schlupfperiode im Frühjahr und wiederholen in mathematischer und graphischer Form phänologische Daten, auf deren Grunde sie die Entwicklungsgeschwindigkeit der einzelnen Stadien bei verschiedenen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsgraden und den Temperaturindex auf sehr geistreiche Art berechnen. Sie befassen sich mit dem Einfluß der Atmosphäre auf die Nonnenvermehrung.

Diese Zahlen bilden also den Versuch zur Ergänzung der fehlenden Beobachtungen über die eigentliche Embryonalentwicklung des Eies.

Der Vorgang der Dotterresorption innerhalb der Darmröhre ist jedenfalls ein physiologischer Verdauungsprozeß und ist mit Energieverbrauch verbunden. Als solcher spiegelt er sich unzweifelhaft in dem Sauerstoffverbrauch ab. Das Steigen oder Sinken des Sauerstoffverbrauches zeigt die Intensität der inneren Vorgänge der im Ei sonst vollkommen unbeweglichen Raupe.

Ich habe deshalb meine Aufmerksamkeit der Intensität des Sauerstoffverbrauches der sich im Ei entwickelnden Raupe der *Lymantria dispar* gewidmet. Es lag die Vermutung nahe, daß sich die zwei verschiedenen Perioden in der Verzehrung des Darmdotters je nach ihrer Intensität auch in der Sauerstoffmenge kundgeben werden.

Die Atmungsintensität habe ich mit Hilfe eines speziellen Mikrorespirometers nach Ing. Drastich gemessen. Der als Abfallprodukt sich anhäufende Kohlensäurestoff wird durch NaOH gebunden, mit gleichzeitiger Erhaltung der nötigen Luftfeuchtigkeit. Die ganze Apparatur kam in ein Wasserbad von konstanter Wärme zwischen 19 und 22 ° C.

Am 12. Juni kamen in den Behälter des Apparates frisch gelegte Eier der *Lymantria dispar,* und zwar 600 Stück von 250 mg Gewicht. Hier sind sie unter ständigen Messungen zwei Monate lang ohne jede Beschädigung geblieben. Später schlüpften aus ihnen gesunde Raupen. Die Ergebnisse der Messungen sind auf Abb. 8 graphisch dargestellt.

Man sieht, daß der Sauerstoffverbrauch eine ansteigende Linie bildet, die nach Erreichung des Höhepunktes allmählich wieder herabsinkt und schließlich fast auf derselben Höhe wie beim Anfang der Eientwicklung stehen bleibt.

Am sechsten Tage der Entwicklung begann ein erhöhter Sauerstoffverbrauch, der rasch zunahm. Die Menge des verbrauchten Sauerstoffes stieg immer weiter, bis sie am 1. Juli das Maximum des Sauerstoffverbrauches erreicht hatte. Das war also der 20. Tag nach der Eiablage. Von diesem Kulminationspunkte angefangen sinkt der tägliche Sauerstoffbedarf allmählich herab, so daß er am 11. Juli, d. h. am 30. Tage von der Eiablage, dieselbe Höhe wie am ersten Tage erreicht hat. Auf dieser Stufe blieb nur der Sauerstoffbedarf bis zum Schlüpfen der Raupen stehen (Abb. 8).

Der Sauerstoffverbrauch innerhalb einer Tagesfrist unterlag ebenfalls regelmäßigen Schwankungen. Auf der beistehenden Abb. 9 ist die Schwankung der Sauerstoffmenge im Laufe der Tagesstunden

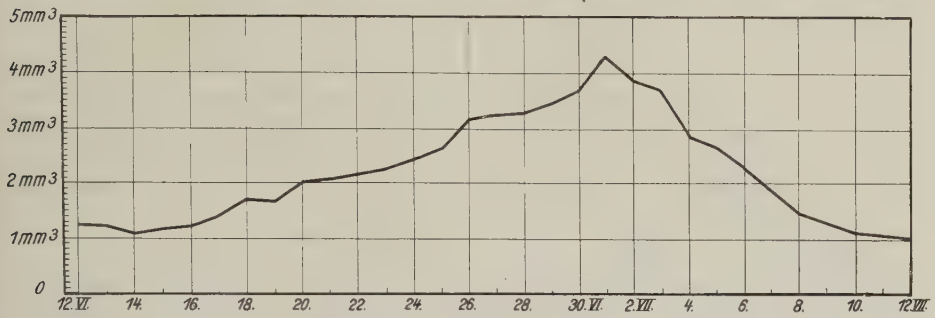


Abb. 8. Der Sauerstoffverbrauch bei den befruchteten, frisch abgelegten Eiern des Schwammspinners *(Lymantria dispar)* bis zum 30. Tage ihres Alters.

graphisch dargestellt. Der Tagesrhythmus im Sauerstoffverbrauch blieb auch bei verschiedenen Lepidoptereneiern gleich. Als Beispiele führe ich die graphischen Linien des täglichen Rhythmus im Sauerstoffverbrauch bei den sich gleichzeitig entwickelnden Eiern der Arten *Bombyx mori, Lymantria dispar, L. monacha* und *Malacosoma neustria* vergleichend in Abb. 9 an.

Die eingezeichneten Linien sind Mittelwerte der wirklichen Linien im Laufe mehrerer Beobachtungstage. In allen Fällen war die

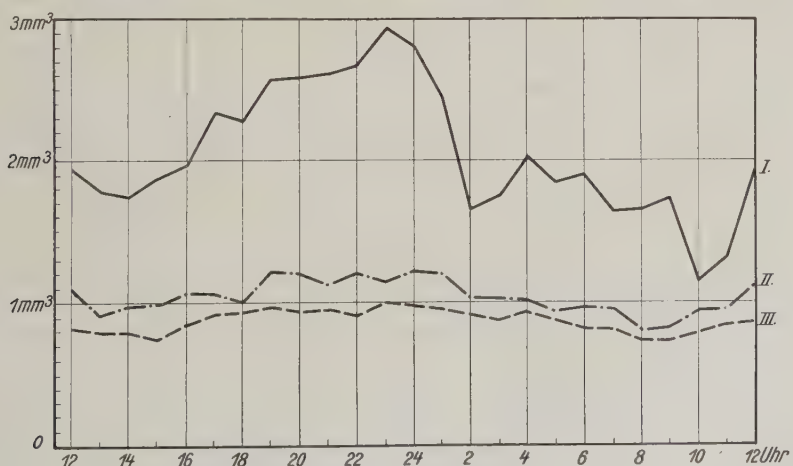


Abb. 9. Der Sauerstoffverbrauch binnen 24 Stunden bei den befruchteten Eiern des I. *Bombyx mori*, II. *Malacosoma neustria*, III. *Lymantria dispar*.

beobachtete Menge der Eier 250 mg. Die Tageskurve des Sauerstoffes hatte in jedem Falle ihren Höhepunkt vor Mitternacht (zwischen 22 bis 24 Uhr) und den niedrigsten Punkt in den ersten Vormittagsstunden (zwischen 7—10 Uhr).

Der Rhythmus (nicht die absolute Menge des Sauerstoffes) der täglichen Schwankung im Sauerstoffverbrauch blieb während der ganzen Zeit der Eientwicklung unverändert.

Wie sollen wir die Ergebnisse dieser Versuche bewerten?

Der Sauerstoffverbrauch des sich entwickelnden Schwammspinnereies (gleichfalls der Nonne) schwankt rhythmisch im Laufe eines jeden Tages, schwankt aber auch während der ganzen langen Zeit seines Lebens. Die intensivsten Oxydationsvorgänge (als Abbild des intensivsten Stoffwechsels) spielen sich in den ersten 15—20 Tagen der Eientwicklung ab. Das ist die Zeit der raschen Embryonalentwicklung und Ausbildung des Raupenkörpers. Während der ersten 5 Tage entstehen die ersten Anlagen des Darmes und des Nervensystems, und am 7. Tage ist die Verdauungsröhre vollständig fertigentwickelt. Ungefähr am 15. Lebenstage ist die kleine Raupe im Großen und Ganzen fertig und in den folgenden Tagen erfolgen noch verschiedene Ergänzungen der inneren Organisation. Ab dem 20. Lebenstage tritt dann allmählich eine Abflauung der Lebensvorgänge bezw. des regen Stoffwechsels ein. Die kleine Raupe ist bereits fertigentwickelt und, falls da nicht die unverdauten Dottermassen im Darm wären, so könnte sie schlüpfen. Der innere Metabolismus der Eiraupe sinkt nun bis auf die tiefste Stufe, die noch zur Erhaltung des Lebens reicht. In der Abb. 8 ist der Verlauf dieses Metabolismus durch die Kurve des Sauerstoffverbrauches graphisch dargestellt.

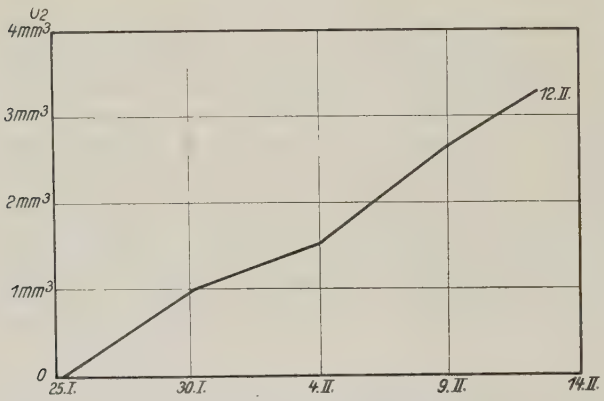


Abb. 10. Die Kurve des Sauerstoffverbrauchs im Ei von *Bombyx mori* während 18 Tagen seiner Entwicklung, d. h. bis zur Zeit des Raupenschlüpfens.

Anders ist es bei den Eiern von *Bombyx mori* und den im Sommer schlüpfenden Lymantriiden: *Stilpnotia, Dasychira* und *Euproctis*. Bei diesen endet die Eientwicklung mit dem 20. Lebenstage (zirka) und die Linie des Sauerstoffverbrauches bildet bis zu dem nun folgenden Schlüpfen der Raupen eine steil ansteigende Kurve (s. Abb. 10).

Auch bei diesen Arten steigt der Sauerstoffverbrauch vom 5. Lebenstage des Eies rasch an, die weitere Entwicklung ändert sich aber nicht wie bei *Lymantria dispar* in ein Abflauen der Stoffwechselprozesse, sondern endet am höchsten Kulminationspunkte mit dem Schlüpfen der Raupen aus der Eischale.

Wenn man beide Linien vergleicht, sieht man, daß der Sauerstoffverbrauch bei beiden Gruppen bis zum höchsten Punkte derselbe bleibt. Der physiologische Entwicklungsgang der beiden Gruppen zeichnet sich durch ein gemeinsames rasches Ansteigen der Embryonalprozesse bis zur vollen Entwicklung der Raupen. Während aber jetzt bei *Bombyx mori* und der *Stilpnotia-Euproctis*-Gruppe eine sofortige Resorption des Eidotters im Darmlumen stattfindet und mit einem darauffolgenden Schlüpfen endet, ist in der *monacha-dispar*-Gruppe infolge des plötzlichen Abstellens des Oxydationsmechanismus die kleine Raupe nicht imstande die Dottermasse zu resorbieren und wird dadurch an dem Schlüpfen gehindert.

Auf welchen Ursachen das plötzliche Ermatten des regen Stoffwechsels beruht, ist vorläufig schwer zu sagen. Es schwindet plötzlich die Energiequelle, die das rasche Verzehren des Dotter ermöglichen könnte. Als Folge zeigt sich die Verminderung des Sauerstoffbedarfes. Die Begleiterscheinungen erinnern an eine Art des Winterschlafes. Diesen Mechanismus kennen wir aber genauer bisher nur bei den Wirbeltieren, wo er nur mittelbar von der Wärme abhängig ist.

Die zweite Erscheinung, d. h. die sonderbare Tagesrhythmik in dem Sauerstoffverbrauch ist mehr von allgemein biologischer Deutung. Sie ist immerhin sehr interessant, weil sie für einen vollkommen ruhenden Organismus dieselben täglichen Schwankungen im Sauerstoffverbrauch feststellt, wie sie von Dr. Michal bei den beweglichen Mehlwurmlarven gefunden wurde (Zoolog. Anz. 1931, Bd. 95). In beiden Fällen liegt die Zeit des intensivsten inneren Stoffwechsels um die Mitternacht, und die Tagesstunden sind Ruheperioden. Ob dieser Sauerstoffrhythmus der Eier mit dem Ernährungsrhythmus der erwachsenen Raupen irgendwie zusammenhängt, läßt sich nur vermuten. Tatsächlich sind aber die untersuchten Schmetterlinge und der Mehlwurm Nachttiere, für die die Vormittagsstunden eine Ruhepause bilden.

Vielleicht ist diese Einteilung des Tageslebens eine erhebliche Eigenschaft, die sich schon in dem Oxydationsrhythmus des Eies zeigt.

Noch eine Erscheinung gesellt sich zu der merkwürdigen Eientwicklung der *Lymantria dispar* und *monacha*. Das ist der Wasserhaushalt des Eies während der Entwicklung der kleinen Raupe.

Zur Zeit der Furchung und Körperbildung der Raupe kann man innerhalb der Eischale eine wässerige Flüssigkeit als eine Art Restkörper beobachten. Die kleine Raupe liegt zusammengerollt im Eiinnern und ist von einem Flüssigkeitstropfen umgeben. Wenn wir die Raupe vorzeitig aus dem Ei herausnehmen, ist sie ganz naß. Mit fortschreitender Entwicklung wird der Wassertropfen immer geringer und kurz vor dem Schlüpfen ist der letzte Rest der Wassertropfen verschwunden und das Ei trocknet aus.

Ich unternahm durch Abwiegung einer bestimmten Eiermenge eine Kontrolle dieses Dehydrationsprozesses. Von den am 13. Juni frisch

abgelegten *dispar*-Eiern habe ich 250 mg abgewogen und sie nun unter normalen günstigen Naturverhältnissen weiter gehalten. Nach 10 Tagen, d. h. am 24. Juni, haben sie einen Gewichtsverlust von 9,5 mg gezeigt. Am 4. Juli betrug die neue Gewichtsverminderung weitere 10 mg. Am 15. Juli dann nur 3,5 mg, am 25. Juli wieder nur 3 mg, am 5. August nicht mehr als 2 mg, am 15. August noch 1,5 mg. Die ursprünglichen 250 mg *dispar*-Eier wogen nun nach 62 Tagen nur 220,5 mg, 29,5 mg des Wasserinhaltes sind inzwischen verloren gegangen. Interessant ist aber wie, d. h. mit welcher Intensität das Wasser während dieser Zeit abgegeben wurde. Die Hauptabgabe geschah bis zum 20. Entwicklungstage, wo schon insgesamt 19,5 mg Wasser verloren wurden. In den folgenden 30 Tagen (vom 15. Juli bis zum 15. August) betrug der Verlust insgesamt nur 10 mg (s. Abb. 11).

Wenn wir diese Dehydration mit der Oxydation vergleichen, zeigt sich eine auffallende Analogie in der Intensität der beiden Vorgänge. Mit steigender Oxydation steigt auch die Wasserabgabe. Die Maxima der beiden sind synchron. Gleichzeitig folgt auch das rasche Abflauen der beiden Prozesse. Man kann die bezüglichen Grafikone der beiden Funktionen vergleichen (Abb. 8 u. 11).

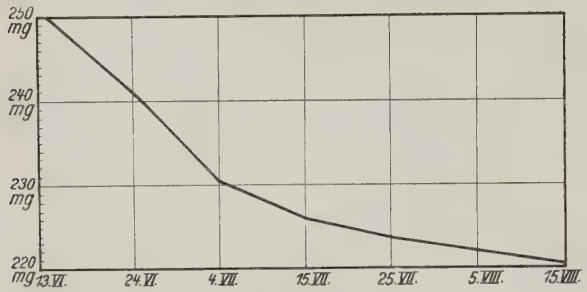


Abb. 11. Ein Bild der Dehydration der sich entwickelnden Eier von *Lymantria monacha*. Gewichtsverluste von 250 mg Eiern im Laufe von 2 Monaten.

Dieser mit der Oxydation gleichzeitige und gleichgestaltete Vorgang der Entwässerung des Eies kann als weiterer Beweis dienen, daß sich mit Beendigung der äußeren Körperentwicklung in dem kleinen Eiräupchen der Nonne und des Schwammspinners plötzlich die Wirkung einer physiologischen Hemmung von unbekannter Natur durchsetzt.

Die übrigen Lymantriiden schlüpfen ohne dieser Hemmungserscheinung. Sie schlüpfen am Ende der immer intensiver werdenden Stoffwechselperiode, weil sie als Folge der beendeten Dotterresorption die Freßlust aus der Eischale treibt.

Die *Lymantria dispar*- und *monacha*-Raupen sind zu der Zeit, als der Stoffwechsel den Höhepunkt erreicht hat, nur scheinbar fertigentwickelt. Sie brauchen noch eine geraume Zeit bis sie vollkommen schlupfreif werden. Die Zeichen dieser unvollständigen Entwicklungsreife sind der hohe Flüssigkeitsgehalt im Innern der Eischale und die unverdauten Dottermassen im Darmlumen. Höchst sonderbar ist dabei, daß die Steigerung der Lufttemperatur bis zur optimalen Wärme (Sommerwärme) ganz resultatlos bleibt und vor Abfluß der nötigen, festgelegten Zeitfrist (zirka 3—4 Monate) keinen beschleunigenden Ein-

fluß auf die obengenannten Zustände ausübt. Ebenso resultatlos, wie die Wärme oder der Feuchtigkeitsfaktor, blieben die Versuche mit gewissen Förderungs- bezw. Hemmungsmitteln, wie z. B. mit erhöhtem Sauerstoffdruck, ultravioletten Strahlen, erhöhtem CO_2-Druck und O_3. Alle diese Mittel hatten auf den normalen Gang der Entwicklung der *Lymantria dispar* und *monacha* keinen aktiven oder passiven Einfluß. Entweder schreitet die Entwicklung ungestört weiter oder stirbt der Organismus ab.

Der Mechanismus der Eientwicklung der *Lymantria monacha* und *L. dispar* läßt sich in den ersten 12 Wochen des Eilebens weder durch Wärme, noch Feuchtigkeit, noch andere künstliche Mittel aus seiner festgelegten Bahn bringen.

Ein Fördern oder Hemmen im Sinne der Exponentialgesetze ist nicht möglich.

Zusammenfassender Erklärungsversuch.

In den vorgehenden Zeilen haben wir uns bemüht zu zeigen, daß während der Embryonalentwicklung der Eier unserer Lymantriiden die Außeneinflüsse der Athmosphäre, insbesondere diejenigen der Wärme, als Förderungsmittel der Entwicklungsgeschwindigkeit nicht eine ständige, sondern eine zeitlich abgegrenzte Rolle spielen können.

Am besten haben wir das im Vergleich der Eientwicklung der *Lymantria dispar* und *Euproctis chrysorrhoea* beobachten können. Bei beiden Arten werden die Eier fast gleichzeitig abgelegt und beide entwickeln sich gleichmäßig rasch, bis sich nach zirka 14 Tagen in der Eischale eine kleine fertige Raupe befindet. Von nun an entsteht aber zwischen beiden ein biologischer Unterschied: während jetzt die kleinen Raupen der *Euproctis chrysorrhoea* die Eischale verlassen und sich selbständig zu ernähren beginnen, bleiben die Raupen der *Lymantria dispar* noch mehrere Monate in der Eischale eingeschlossen, überwintern und schlüpfen erst in den ersten warmen Frühjahrstagen. Beide Arten leben oft dicht beisammen und die natürlichen Klimaverhältnisse, insbesondere die Wärme und die Luftfeuchtigkeit sind für beide Arten dieselben. Bei der Entwicklung der *Lymantria dispar* tritt nach der morphologischen Ausbildung des Raupenkörpers innerhalb der Eischale, zur Zeit, wo die *Euproctis chrysorrhoea* zu schlüpfen beginnt, plötzlich eine Hemmung der inneren Stoffwechselvorgänge. Die Überreste des Darmdotters werden nicht resorbiert, der Sauerstoffverbrauch sinkt und die Wasserabgabe wird vermindert. Diese Hemmung dauert mehrere Wochen, während welcher Zeit die Versuche, durch konstante Erhöhung der Außenwärme den Stoffwechsel wieder rege zu machen, einen negativen Erfolg haben. Die Ursachen dieser Hemmung scheinen also durch Wärme unantastbar zu sein.

Erst wenn die scheinbar festgelegte Zeit dieser Hemmungsperiode abgeflossen ist, beginnen die *dispar*-Eier gegen Wärmeeinflüsse empfind-

lich zu sein. Die Kälte wirkt weiter hemmend, die Wärme hat ein sofortiges Schlüpfen zur Folge.

Eine theoretische Erklärung dieser verschiedenen Entwicklungsgeschwindigkeit der beiden Gruppen könnte man auf Grund der geologischen Geschichte der Lymantriiden finden. Ursprünglich hatten vor Eintritt der Eiszeit alle Lymantriiden dieselbe Zeit des Schlüpfens aus dem Ei, wie sie bis heute die im Süden von Europa hausende *Euproctis chrysorrhoea* behalten hat. Durch Eintritt der Eiszeit wurden die mehr im Norden von Europa lebenden *Lymantria dispar* und *monacha* durch die Abkühlung des Klimas allmählich zur Überwinterung in der Eischale und Abstellung der Lebensprozesse gezwungen. Aus dieser zwangsweise verursachten Überwinterung wurde im Laufe der Zeit eine feste Eigenschaft, die einen erblichen Charakter erworben hat. Die Embryonalentwicklung dieser beiden Lymantriiden hat sich bis in die Wintermonate verzögert. Die zarten Raupen konnten wegen Kälte die Eischalen nicht verlassen und mußten bis zum Eintritt der Frühlingswärme im halblahmen Zustande verharren. Wir sehen, daß dieser Prozeß der Winter- bezw. Kälteadaptation bis zur heutigen Zeit noch nicht ganz zweckmäßig erfüllt ist. Er reicht nur bis zum Monate November. Sobald die Eier der *Lymantria dispar* oder *monacha* ab Ende November dem Einfluß einer Temperaturerhöhung ausgesetzt werden (Zimmertemperatur), kriechen die Raupen aus den Eischalen heraus, obwohl ihnen noch gar keine Nahrung zur Verfügung steht. Eine Koinzidenz zwischen dem Schlüpfen und der vorhandenen Nahrung ist auch in der Natur noch nicht entwickelt, weil die Raupen sehr oft lange vor Anfang der Vegetationsperiode schlüpfen und dann zum massenhaften Absterben verurteilt sind.

Bei der *Euproctis chrysorrhoea* und *Stilpnotia salicis* die zur Zeit des Glaziales eine wärmere südliche Zone bewohnt haben, konnte sich der Einfluß des eiszeitlichen Klimas nicht auswirken. Sie schlüpften noch im selben Sommer und hatten noch einige warme Wochen zum ersten Fraß und zur Erhärtung des Körpers für das Überwintern. Beide Arten haben sich erst später nach Norden und Westen verbreitet. Als schließlich die Eiszeit und das rauhe Eiszeitklima wichen, behielten die beiden Lymantriidengruppen ihre Überwinterungsweise als erbliche Eigenschaft weiter.

Daß die Eiszeitperiode mit ihren Klimaänderungen einen tiefen Einfluß auf die aus der Tertiärzeit kommenden Lebewesen ausgeübt hat, ist nicht von der Hand zu weisen. Der Vogelzug ist ein schlagender Beweis.

Auf jeden Fall bringt aber die Embryonalentwicklung der Lymantriiden nach meiner persönlichen Ansicht die Erfahrung, daß der Mechanismus der Entwicklung der Insekten und seine Geschwindigkeit oft einen erblich festgelegten Vorgang darstellen kann, der durch vorübergehende Wärmeeinflüsse nicht immer aus seiner Bahn gebracht werden kann.

Literatur.

1. Andersen, K. T., Der Einfluß der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit auf die Dauer der Eizeit. Zeitschr. f. Morphologie und Ökologie der Tiere Bd. 17, Heft 4.
2. Bock, F., Versuche über den Gaswechsel bei Insekten und deren Bedeutung für Fragen der angewandten Entomologie. Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. XVI.
3. Claus, C., Beobachtungen über die Bildung des Insekteneies. Zeitschr. f. Wissenschaftliche Zoologie Bd. XIV.
4. Cholodkowsky, N., Studien zur Entwicklungsgeschichte der Insekten. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie Bd. XLVIII.
5. Escherich, K., Das Insektenentoderm. Biolog. Zentralblatt Bd. XXI.
6. Golyschew, N. O., Gasaustausch bei *B. mori* in allen Stadien seiner Entwicklung. Mosk. Forsch. stat. f. Seide und Seidenraupenzucht Bd. 3.
7. Hatschek, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Lepidoptera. Jen. Zeitschr. f. Wissenschaft Bd. XI.
8. Hirschler, J., Rechérches embriologiques sur Catocala nupta (Lepidoptera). Bulletin international de l'Academie des Sciences de Cracovie 1905.
9. Janisch, E., Das Exponentialgesetz als Grundlage der vergleichenden Biologie. Berlin 1927.
10. — — Die Lebens- und Entwicklungsdauer der Insekten als Temperaturfunktion. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie Bd. 132.
11. — — Untersuchungen über die Ökologie und Epidemiologie der Nonne. Arbeiten a. d. Biolog. Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft Bd. XX.
12. Jeschinow, J., Zur Frage über die Entstehung der vollkommenen Verwandlung. Zoolog. Jahrbücher 1929.
13. Knoche, E., Klima und Nonne. Arbeiten a. d. Biolog. Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft Bd. XX.
14. Komárek, J., Mnišková kalamita v létech 1917—1927. Die Nonnenkatastrophe in d. J. 1917—1927. Sborník výz. úst. zemědělských Vol. 78.
15. — — Wichtige Neubeobachtungen aus der Biologie der Nonne. Anzeiger f. Schädlingskunde Jahrg. IX.
16. Krogh, A., Of the influence of the temperature of the rate of embrionic developtement. Zeitschr. f. allgemeine Physiologie Bd. XVI.
17. Michal, K., Oscillationen im Sauerstoffverbrauch der Mehlwurmlarven *(Tenebrio molitor)*. Zoolog. Anzeiger Bd. 95.
18. Polimanti, O., Physiologische Untersuchungen über das pulsierende Gefäß von *B. mori* L. Biol. Zentralblatt Bd. XXXV.
19. Strindberg, H., Embryologische Studien an Insekten. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie Bd. 106.
20. Schwangart, Studien zur Entodermfrage bei den Lepidoptera. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie Bd. 76.
21. Schwartze, E., Zur Kenntnis der Darmentwicklung bei Lepidopteren. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie Bd. LXVI.
22. Tichomiroff, A., Dévelopement du ver á soi du murier dans l'oeuf. Laboratoire d'études de la soi. Lyon 1891.
23. Verson, E., Zur Entwicklung des Verdauungskanals bei *B. mori*. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie Bd. 82
24. Zwölfer, W., Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne *(Lymantria monacha)* und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Zeitschr. f. angew. Entomologie 1934, Bd. XXI.

Anstalt für Pflanzenschutz und Samenuntersuchung der Landesbauernschaft Westfalen.
(Direktor: Prof. Dr. A. Spieckermann.)

Beitrag zur Bekämpfung der Kohlfliege (Phorbia brassicae Bché.) durch flüssige und streufähige Mittel.[1]

Von

Abt.-Vorsteher Dr. **H. Gasow,** Münster i. W.

(Mit 3 Abbildungen.)

Bei der großen Bedeutung der Schäden durch Kohlfliegenlarven für die westfälischen Kohlanbaugebiete vor den Toren der nordwestdeutschen Gemüsezentrale Dortmund und an anderen Orten Westfalens galt es nicht nur, das erprobte Bekämpfungsverfahren durch Sublimatbegießung in die Praxis einzuführen (Gasow, 1.: Flugblatt 1933; 2.: 1933) und Zeitpunkte für seine Anwendung bekannt zu machen, sondern auch zu versuchen, das zwar bewährte aber hochgiftige Sublimat durch weniger giftige Stoffe zu ersetzen, damit Feldgemüsebauern, Gärtnern und Kleingärtnern ein gefahrloseres, möglichst auch billiges Mittel in die Hand gegeben werden könnte. Die im Hinblick auf dieses Ziel durchgeführten Versuche in der fliegenden Station Unna unserer Hauptstelle für Pflanzenschutz, die durch die Herren Professor Dr. A. Spieckermann, Direktor Grüßner und Dipl.-Gartenbauinspektor Leiß in dankenswerter Weise unterstützt wurden, hatten die folgenden Ergebnisse.

Die verschiedensten Mittel wurden unter alleiniger Berücksichtigung ihrer abtötenden Wirkung auf die Eier der Kohlfliege und auf ihre Brauchbarkeit als Sublimatersatz geprüft. Dabei wurde nach der auch an anderen Stellen, so an der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt in Aschersleben, angewandten Blockschälchenmethode gearbeitet, wobei im allgemeinen 20 Eier auf den im Blockschälchen befindlichen Boden gebracht wurden, der vorher entweder mit der zu prüfenden Flüssigkeit angefeuchtet war oder mit einem streufähigen Mittel bestreut, in anderen Fällen vermischt wurde. Darauf wurde das Blockschälchen durch eine passende Glasscheibe unter Verwendung von Vaseline abgeschlossen, so daß dem Boden die

[1]) Mit 3 Abb. nach Lichtbildern von Herrn Dipl.-Gartenbauinspektor Leiß.

Feuchtigkeit erhalten blieb. Die Ergebnisse der einzelnen Versuche werden in Prozenten der Versuchseier ausgedrückt, denen Larven entschlüpften. Das Material an Kohlfliegeneiern entstammte meist dem Freiland. Berührungsgifte pflanzlicher Herkunft, wie Pyrethrum, Derris und Nikotin, wurden in den Handelspräparaten Chrysanthol, Spruzit, Derrothan-Emulsion, Nikolineum, Vomasol N und Dekalit S verwandt.

Die Prozentsätze der Eier, denen Larven entschlüpften, waren: Chrysanthol 0,1%:100; 0,5%:95; 1%:80; Spruzit 0,1%:90; Derrothan-Emulsion (1:15) : 65; für Nikolineum 0,4%:100; 1%:59; Vomasol N 0,4%:95; Dekalit S 0,4%:100.

Das gelegentlich zur Erhöhung der Schwebefähigkeit bei Suspensionen empfohlene Saponin brachte 0,3prozent. 19=95% ausgefallene Eier.

Auch die Mehrzahl der durchgeprüften anorganischen Verbindungen erwies sich als unzureichend oder gar nicht wirksam, doch befanden sich unter ihnen auch gerade hochwirksame Stoffe, wie z. B. neben Sublimat das Kalomel, das im Auslande nach Mitteilung der Biologischen Reichsanstalt (Zweigstelle Aschersleben) bereits als wirksam erkannt wurde (cf. auch Crosby und Chupp). Unwirksam war das Kaliumchlorid mit folgenden Prozentsätzen ausgefallener Eier: 0,5%:90; 0,75%:100; 1%:50; 1%:90; 1,5%:25; 2%:95; 3%:90; 5%:85; 10%:60; Prise auf feuchtem Boden: 100; Mischung mit trockener staubfeiner Erde (1:3), danach angefeuchtet: 90. Ferner blieben unwirksam die folgenden Stoffe, für die jedesmal Konzentration der Anwendung und Prozentsatz der ausgefallenen Eier hinzugefügt sind: Kaliumchlorat 1%:70, 3%:95); Kaliumbichromat (1%:95); Natriumfluorid (0,4%:65, 0,5%:95); Natriumsilicofluorid (0,4%:96); Natriumchlorat (0,5%:95, 1%:90); Natriumazetat (1%:80, 3%:90); Natriumphosphat (0,5% :100, 1%:90, 3%:90); Natriumsilikat (Natronwasserglas) (0,2%:100); Ammoniumbisulfat (1%:95); Ammoniumchlorid (3%:85, 10%:86); Prise auf feuchtem Boden: 92; 100%+Erde (1:1 gemischt, dann angefeuchtet):65); Ammoniumphosphat (1%:85); Ammoniakalaun (1%:85, 2%:90, 10%:95); Magnesiumchlorid (1%:92); Magnesiumchlorid (mit Salzsäure leicht angesäuert) (1%:75); Bariumchlorid (2%:75, 5%:85); Solbar (3%:85); Solbar K (1%:90); Eisenchlorid (0,5%:100, 1%:95, 5%:100, 7,5%:100, 10%:100); Bleitetroxyd (Mennige) (mit Erde gemischt 1:3), dann angefeuchtet:85; Kupfersulfat (1%:96, 3%:95, 10%:90); Hercynia neutral (0,4%:100, 1% :100); Uraniagrün (0,2%:35, 0,4%:90, 1%:81); Zinkchlorid (mit Salzsäure leicht angesäuert) (0,5%:75); Sublimat-

Pastillen (0,06 %: 11); dagegen brachte Quecksilberchlorid (0,06 %, ohne Zusatz von Kochsalz 0 % ausgefallene Eier).

Die unbehandelten Kontrollen brachten an ausgefallenen Eiern folgende Hundertsätze: I: 95, II: 95, III: 100, IV: 100, V: 80, VI: 95, VII: 96.

Als wirksam zur Abtötung der Eier erwiesen sich neben Quecksilberchlorid von den anorganischen Stoffen: Ammoniakwasser, Ammoniumkarbonat und Quecksilberchlorür (Kalomel).

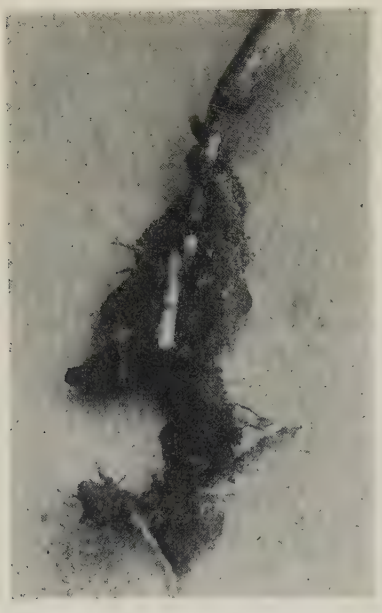


Abb. 1. Kohlfliegenlarven an Blumenkohlwurzel. (Natürliche Größe.)

Von den beiden erstgenannten Mitteln war diese Eigenschaft bisher noch nicht bekannt. Es ergab sich 1932 zuerst für Ammoniakwasser (24 %), daß es, 1 : 20 mit Wasser verdünnt, die Eier zum Absterben zu bringen vermag (1 : 20 : 0; 1 : 40 : 55). Im folgenden Jahr hatte das vorjährige Ammoniakwasser so an Gehalt verloren, daß eine Wirkung mit ihm nicht mehr zu erreichen war (1 : 20 : 84; 1 : 23 : 90; 1 : 30 : 90). Frisches 24prozent. Ammoniakwasser war aber wieder wirksam, und zwar brachte es 1 : 20 verdünnt 0 % und 1 : 24 verdünnt ebenfalls 0 % ausgefallene Eier. Da die Eier in diesen Blockschälchenversuchen zwar auf dem Boden liegen, sich aber in einer feuchten Kammer befinden, war die Versuchsanstellung für das flüchtige Ammoniakwasser den Verhältnissen im Freiland gegenüber zu günstig für die Wirkungsmöglichkeit des Mittels. Deshalb wurde ein Blockschälchen in gleicher Weise behandelt wie das zuletzt genannte, jedoch offen ohne Deckel aufgestellt mit freiliegenden Eiern. Der Erfolg war bei der Konzentration 1 : 24 der, daß 95 % der Eier ausfielen. Beim nächsten Versuch wurden die Eier etwas mit Erde bedeckt, während die offene Aufstellung ohne Deckel blieb. Jetzt war die Wirkung wieder eine vollständige (1 : 24 : 0). Ob sich derartige Ergebnisse auch im Freien erzielen lassen, ist noch nicht bekannt. Schädigungen kleiner Grünkohlpflanzen durch das Begießungsverfahren mit 1prozent. Ammoniakwasser wurden bisher nicht festgestellt. Denkt man unter anderem auch an die gelegentlich oberflächlich liegenden und durch Ammoniakwasser nicht abgetöteten Eier, so sagt der jetzt darzustellende Vorversuch mit Ammoniumbikarbonat mehr zu. Zwar erreicht

man mit dem in Wasser aufgelösten Mittel keine Wirkung (1 %: 90, 3 %: 90, 5 %: 80, Prise auf feuchtem Boden: 92), wohl aber mit einer Mischung von Ammoniumbikarbonat mit staubfeiner Erde. Hierbei wurde die lufttrockene, fein gesiebte Erde mit Ammoniumbikarbonat gemischt, in ein Blockschälchen gebracht, angefeuchtet und auf der Oberfläche mit den Eiern beschickt, worauf das Blockschälchen in der üblichen Weise verschlossen wurde. Ammoniumbikarbonat+Erde brachte in folgenden Mischungen die angegebene Prozentzahl ausgefallener Eier: (1 : 3) 0; (1 : 3) 0; 1 : 4) 0; (1 : 5) 0; (1 : 10) 0; (1 : 15) 0; (1 : 20) 15. In der Verdünnung 1 : 15 war das Mittel somit noch voll wirksam, brachte 1 : 20 jedoch nur noch einen Teilerfolg. Man darf vielleicht annehmen, daß es, 1 : 10 bis 1 : 15 mit Erde gemischt, auch im Freien gut wirken würde, wenn man es gleich nach dem Pflanzen oder doch zur Zeit der ersten Eiablage um den Wurzelhals der jungen Kohlpflanze streuen würde. Hierzu fehlen aber noch die Freilandversuche. Lediglich an kleinen Grünkohlpflanzen konnte ein Vorversuch zu der Frage durchgeführt werden, ob die Pflanzen diese Streuung vertragen. So wurden 14 Pflanzen am 23. August 1933 mit einem Gemisch von Ammoniumbikarbonat + Erde (1 : 10) um den Wurzelhals bestreut, und zwar mit etwa 6,5 g je Pflanze (45 g für 7 Pflanzen). Die Streuung erfolgte nach Regen, so daß die Mischung sich gleich langsam anfeuchtete. Nach 6, 8 und 9 Tagen konnte eine Schädigung der Pflanzen nicht festgestellt werden. Am 20. Oktober stand ein Teil dieser Pflanzen am üppigsten von allen, der Rest gut. Solange noch Naphthalin für die Bekämpfung der Kohlfliege in Betracht gezogen wird (vgl. Goffart 1933, S. 60—62), sind weitere Versuche mit Ammoniumbikarbonat+Erde durchaus zu rechtfertigen, zumal es sich hierbei im Gegensatz zu Naphthalin um ein Abtötungsmittel handelt, dem noch eine gewisse Düngerwirkung zukommen dürfte. Nach der Rentabilitätsberechnung Goffarts für das Naphthalin-Streuverfahren, wobei von dem Rohnaphthalin 3 g je Pflanze benötigt wurden, müßte die Anwendung des genannten Gemisches wirtschaftlich mindestens ebenso gut möglich sein, da bei 100 kg für doppelt gereinigtes Ammoniumbikarbonat etwa 0,88 RM für das Kilogramm zu zahlen ist, und für die Pflanze nur 0,6 g gebraucht werden (900 g für 1500 Pflanzen gegenüber 5000 g Naphthalin), falls nicht die Mischung Ammoniumbikarbonat+Erde (1 : 10) auch für das Freiland noch schwächer genommen werden könnte oder gar Hirschhornsalz anwendbar wäre, was aber noch nicht sicher ist. Dann würde sich die Anwendung dieses Mittels noch wesentlich günstiger stellen. Auch darf wohl den geglückten Laboratoriumsversuchen mit dieser Mischung eine Anregung entnommen werden, die Versuche mit anderen Mitteln, die vielleicht als Kopfdünger in Betracht kommen könnten, methodisch fortzusetzen. Von den anorganischen Quecksilberverbindungen ist das Sublimat nach dem nordamerikanischen Begießungsverfahren vielfach erprobt und bewährt (Abb. 2; vgl. u. a. Bremer 1932, Gof-

fart 1933, Langenbuch 1932, Tomaszewski u. Nitsche 1934). Seine Ablösung durch andere ungefährlichere Mittel geht zurzeit vor sich. Sublimatpastillen mit einem Zusatz von Kochsalz waren nicht in dem gleichen Maße wirksam. Das entspricht der Tatsache, daß durch Zusatz von Metallchloriden die Ionisation des Sublimats zurückgedrängt und zugleich seine desinfizierende Wirkung herabgesetzt wird (Holleman 1914). Sehr gut bewährte sich in den Versuchen des Verfassers das in Wasser unlösliche, sich am Licht dunkel färbende Quecksilberchlorür (Kalomel), das dem Sublimat an Wirtschaftlichkeit nicht nachstehen dürfte, weil es noch in sehr geringen Konzentrationen wirkt, und das den großen Vorzug besitzt, weniger giftig zu sein (häufig verwandtes Medikament). Wässerige Suspensionen von Kalomel setzen leicht ab, so daß der Gehalt an Kalomel in der wirklich verbrauchten Flüssigkeit meist unvermeidlich etwas geringer ist, als bei Herstellung der Suspension beabsichtigt wurde. Trotzdem ist eine gute Wirkung zu erzielen. Zunächst wurde ohne Zusätze gearbeitet, wobei nach Behandlung mit etwa 0,03 prozent. Kalomelsuspension 0% der Eier ausfielen. Selbst eine weitere Verdünnung dieser Aufschwemmung 1:1 mit Wasser war noch fast wirksam (etwa 0,015%:5% ausgefallene Eier), so daß man auch ohne Mittel zur Erhöhung der Schwebefähigkeit auskommen dürfte, falls etwas höhere Konzentrationen verwandt werden (möglicherweise 0,02 bis 0,03%). Wie aus der Aufstellung S. 129 hervorgeht, konnte ein Zusatz von 0,05% Avenarius Baumspritzmittel zu einer 0,05prozent. Suspension von Kalomel eine Herabsetzung der Wirksamkeit nach fünftägigem Stehen nicht verhüten, wenn die dünne obere Schicht in dem untengenannten Standglas verwandt wurde (10% ausgefallener Eier). Nach gründlichem Schütteln war die Aufschwemmung wieder gut wirksam. Ein Zusatz von 0,3% Saponin zu 0,03% Kalomelsuspension bewährte sich nicht. Nach zweitägigem Stehen war durch den gebildeten Bodensatz die Suspension stark geschwächt, daß 50% der Eier ausfielen. Die Flüssigkeit war gleichmäßig braun gefärbt, enthielt aber einen weißen Bodensatz von Kalomel. Sie stand, wie in allen Fällen, in einem 1 m hohen Standglas von 10 l Inhalt. Von ihrem obersten Teil war nach 2 Tagen ein Becherglas voll entnommen worden. Bei der gleichen Suspension ergab sich nach siebentägigem Stehen, nachdem ein Becherglas voll von oben nach gründlichem Umrühren und mehrmaligem Schütteln abgefüllt war, restlose Abtötung der Eier, desgleichen unter denselben Voraussetzungen nach dreizehntägigem Stehen. Eine Verdünnung der Ausgangsaufschwemmung 1:1 mit Wasser brachte in einem Fall 5%, im anderen Fall 0% ausgefallene Eier, blieb also auch noch unsicher wie in dem Fall ohne Zusatz zur Erhöhung der Schwebefähigkeit. Nach Zusatz von Gelatine, Melasse oder Glyzerin entfaltete Kalomel seine Wirksamkeit noch in der Verdünnung, die unter 0,015% liegen dürfte, wie folgende Aufstellung zeigt:

Kalomel 0,03 %+Gelatine 1 % (1 : 1 verdünnt) . . . . 0 %,
Kalomel 0,03 %+Melasse 0,4 % (1 : 1 verdünnt) . . . . 0 %,
Kalomel 0,03 %+Glyzerin 1 % (1 : 1 verdünnt) 0,%,
Kalomel 0,03 %+Saponin 0,03 % (1 : 1 verdünnt) . . . 5 %, 0 %,
Kalomel 0,03 % ohne Zusatz (1 : 1 verdünnt) . . . . . 5 %
ausgefallene Eier.

Eine bisher nicht mögliche Nachprüfung müßte ergeben, ob durch Zusätze der genannten Art eine Wirkung des Kalomels in niedrigerer Konzentration erreicht werden kann als ohne Zusatz. Eine Beeinträchtigung seiner Wirkung durch die genannten Zusätze ist ja nicht erfolgt. Durch Beigabe von 1 % Gelatine wird eine erhebliche Verbesserung der Schwebefähigkeit erreicht. Wieweit der Prozentsatz an Gelatine verringert werden kann, steht noch dahin. Jedenfalls brachten Kalomel 0,03 %+1 % Gelatine nach dreistündigem Stehen — vom obersten Teil der Gießflüssigkeit mit einem Becher ohne Umrühren und Schütteln entnommen — 0 %, dieselbe Gießflüssigkeit 1 : 1 mit Wasser verdünnt ebenfalls 0 % ausgefallene Eier. Als nach 6 Stunden ohne Rühren und Schütteln von der Ausgangssuspension (etwa 0,03 % Kalomel+1 % Gelatine) etwas vom obersten Teil verwandt wurde, war das Ergebnis dasselbe. Das gilt bemerkenswerterweise auch noch nach 28stündigem Stehen, nachdem bei Vorhandensein eines Bodensatzes ohne Schütteln und Rühren vom obersten Teil der inzwischen zähflüssig gewordenen Suspension ein Becherglas voll entnommen, und von ihm etwas angewandt wurde (0 % ausgefallene Eier). Mit einem Zusatz von 1 % Glyzerin zu 0,03prozent. Kalomelsuspension ließ sich eine derartig anhaltende Erhöhung der Schwebefähigkeit nicht erreichen. Mit der Flüssigkeit, die nach 21½stündigem Stehen ohne Rühren und Schütteln vom obersten hellen Teil entnommen war — 10—15 cm unter der Oberfläche begann eine Trübung der Aufschwemmung —, konnte nur eine Abtötungsziffer von 70 % erzielt werden, 30 % der Eier brachten Larven. Die nach dem Ausfüllen dieser Flüssigkeitsmenge entstandene leichte Trübung hatte danach so viel mehr Kalomel nach oben gebracht, daß die nunmehr entnommene Flüssigkeit nur noch 15 % der Eier ausfallen ließ. Bei guter Verteilung des Kalomels mit seinem Bodensatz brachte naturlich auch die Suspension 0,03 % Kalomel+1 % Glyzerin 0 % ausgefallene Eier. Eine Aufschwemmung von 0,03 % Kalomel+0,4 % Melasse ergab in ihrer Wirkung auf die Eier der Kohlfliege nach gründlichem Rühren und Schütteln 10 % ausgefallene Eier. Da dieses Ergebnis schon nach einem Tag eintrat, scheinen die betreffenden Eier so nahe vor dem Schlüpfen der Larven gestanden zu haben, daß das Mittel nicht mehr genügend einwirken konnte. Das dürfte auch in einigen anderen Fällen so gewesen sein. Ein erneut mit derselben Suspension angesetzter Versuch brachte jedenfalls 0 % ausgefallene Eier und selbst bei einer Verdünnung 1 : 1 mit Wasser noch 0 %. Die Laboratoriumsversuche mit Kalomel ergaben insgesamt ein so günstiges

Bild von der Wirkung des Mittels auf die Kohlfliegeneier, daß auch Freilandversuche im Begießungsverfahren mit Kalomel nebst Sublimat und anderen Mitteln durchgeführt wurden. Erwähnt sei hier eine Begießung mit Sublimatlösung (0,06 %) und Kalomelsuspension (0,05 %), mit der zu Rot- und Weißkohl am 4. Juli 1933 begonnen wurde. Die zweite Begießung erfolgte am 15. Juli, die dritte am 26. Juni und die

Abb. 2. Später Begießungsversuch bei Rotkohl.
(Links: 2 Reihen nach Kalomelbegießung *[K]*, rechts: 2 unbehandelte Reihen *[U]*, ganz rechts: 2 Reihen nach Sublimatbegießung *[S]*.)

vierte am 14. August. Nach zweimaliger Begießung ließen sich beim Rot- und Weißkohl deutliche Unterschiede im Stand der Pflanzen auf den mit Sublimat oder Kalomel behandelten Reihen gegenüber Unbehandelt erkennen (Abb. 2). Es handelte sich um zwei Reihen Kalomel, die weit besser in Stand und Aussehen waren als zwei Reihen Unbehandelt daneben. Darauf folgten zwei Reihen Sublimat, von denen die eine etwas besser, die andere aber viel besser als Unbehandelt waren. Auch beim Weißkohl waren Unterschiede zu erkennen, aber

nicht so deutlich. Auch bei dem an der anderen Seite neben dem Weißkohl stehenden Rotkohl fiel die unbehandelte Reihe im Aussehen ab, was damit übereinstimmt, daß beim Ernteergebnis später diese Reihe das geringste Gewicht brachte. Auch im übrigen brachte das Ernteergebnis nach vier Begießungen, von denen ein Teil unnötig gewesen sein dürfte, wie aus der Feldbesichtigung vom 26. Juli 1933 hervorzugehen scheint, die Bestätigung der früheren Bonitierung:

Begießungsversuch mit Kalomel und Sublimat zu Rot- und Weißkohl.

Art des Versuches	Anzahl der Versuchspflanzen	Davon geerntet	Gewicht jedes Versuches
I. Rotkohl.			
2 Reihen mit Kalomel 0,05% . .	200	147	370 Pfund
1 Reihe Unbehandelt	100	78	152 „
2 Reihen Sublimat 0,06% . . .	200	154	344 „
II. Weißkohl.			
2 Reihen Unbehandelt	200	186	574 „
2 Reihen Kalomel 0,05% . . .	200	181	548 „
2 Reihen Unbehandelt	200	180	480 „
2 Reihen Kalomel 0,05% . . .	200	194	559 „
2 Reihen Unbehandelt	200	180	496 „
III. Rotkohl.			
2 Reihen Kalomel 0,05% . . .	200	168	288 „
2 Reihen Unbehandelt	200	63	79 „
2 Reihen Sublimat 0,06% . . .	200	141	289 „

Im Mittel ergab sich also für Weißkohl bei Unbehandelt 182 Köpfe im Gewicht von 516 Pfund und nach der Kalomelbehandlung 187 Köpfe mit 553 Pfund. Aus den Rotkohlversuchen I und III ergab sich im Mittel von jeweils 200 Versuchspflanzen für Unbehandelt 94 Köpfe, für Kalomel 157 und für Sublimat 147. Die Gewichte waren für Unbehandelt 154, nach der Kalomelbehandlung 329 und nach der Sublimatbehandlung 316 Pfund. Auf diesen Versuch beziehen sich die Abb. 2 und 3. Der Gesamtversuch zeigt die Wirkung der Kalomel- und Sublimatbegießung bei Rotkohl ganz deutlich; bei Weißkohl tritt sie, bei höheren Ernteergebnissen überhaupt, weniger in die Erscheinung.

Von den anorganischen Verbindungen hatte außer Glyzerin (0,2%:85% ausgefallene Eier) auch der Uspulun-Ersatz U. 564 keine Wirkung (1%:100). Ein Lysolersatz vermochte ebenfalls in Emulsion bis zu 0,4% die Eier nicht abzutöten (0,05%:90, 0,1%:100, 0,3%:85, 0,4%:55). Eine Reihe von Teerpräparaten wirkten aber sehr gut. Schon zu Beginn des Jahres 1933 teilte der Verfasser (2, S. 6, 1933) die Ergebnisse von Laborato-

riumsversuchen für Creolin, Karbowassol und Dendrin mit, die, wie die 1933 folgenden Versuchsergebnisse, durch die Hundertzahlen der geschlüpften Eier ausgedrückt sind.

Die Wirkung von Teerpräparaten gegen Kohlfliegeneier.

Mittel und Konzentration	Versuchseier	Ausgefallene Eier	Prozentsatz der Versuchseier	Bemerkungen
Kreolin 0,1%	20	2	10	
Kreolin 0,1%	20	3	15	
Kreolin 0,2%	20	0	**0**	
Dendrin 0,1%	20	0	**0**	Unbehandelte Kontrolle 95% 1932.
Dendrin 0,1%	18	0	**0**	
Dendrin 0,2%	14	0	**0**	
Dendrin 0,2%	20	0	**0**	
Dendrin 0,1%	20	1	5	Vorjähriges Dendrin aus angebrochenem Behälter.
Dendrin 0,1%	20	4	20	
Dendrin 0,2%	20	2	10	
Dendrin 0,3%	20	6	30	Aus angebrochenem Behälter.
Duplo-Dendrin 0,05%	25	7	28	
Duplo-Dendrin 0,05%	25	9	36	
Duplo-Dendrin 0,1%	20	0	**0**	
Duplo-Dendrin 0,2%	20	1	5	
Duplo-Dendrin 0,3%	20	0	**0**	
Baumspritzmittel Avenarius 0,1%	20	4	20	
Baumspritzmittel Avenarius 0,2%	20	1	5	
Baumspritzmittel Avenarius 0,2%	20	0	**0**	
Baumspritzmittel Avenarius 0,3%	20	0	**0**	
Karbowassol 0,1%	20	3	15	
Karbowassol 0,1%	26	7	28	
Karbowassol 0,2%	20	0	**0**	
Karbowassol 0,2%	20	0	**0**	
Karbowassol 0,4%	20	0	**0**	
Karbowassol Neu 0,05%	20	7	35	
Karbowassol Neu 0,1%	20	0	**0**	
Karbowassol Neu 0,1%	20	0	**0**	
Konz. Obstbaumkarbolineum 7676 0,05%	20	8	40	
Konz. Obstbaumkarbolineum 7676 0,1%	20	1	5	
Perbolium 0,1%	20	0	**0**	
Arbosan 0,05%	20	9	45	
Arbosan 0,1%	20	3	15	
Arbosan 0,1%	20	0	**0**	

Unbehandelte Kontrollen: I: 95%; II: 95%; III: 100%; IV: 100%; V: 80%; VI: 95%; VII: 96%.

Nach dieser Aufstellung haben wir in den vorstehenden Präparaten wirksame Mittel gegen die Eier der Kohlfliege zu erblicken, die im allgemeinen noch in niedrigen Konzentrationen von 0,3—0,4 % wirken und somit die guten Ergebnisse Krasnyuks (1931) bei der Behandlung mit 0,2—0,4prozent. wässerigen Emulsionen von Teerdestillaten bestätigen. Häufig waren noch schwächere Emulsionen (0,1 % und 0,2 %) voll wirksam, doch war diese Wirkung in voller Höhe nicht immer ganz sicher. Eier mit weit fortgeschrittener Embryonalentwicklung ergeben dann bei der ersten Kontrolle schon einzelne geschlüpfte Maden, die allerdings zugrunde gehen dürften, solange das Obstbaumkarbolineum noch im Boden vorhanden ist (vgl. Tomaszewski und Nitsche 1934). Präparate, die in angebrochenen Behältern länger aufbewahrt wurden, scheinen in schwächeren Konzentrationen unter Umständen an Wirkung etwas zu verlieren. Die Versuchsergebnisse sprechen ferner auch dafür, daß die verstärkten Obstbaumkarbolineen in ihrer Anwendung geringere Konzentrationen gestatten, wie denn auch Tomaszewski und Nitsche (1934) in ihren Freilandversuchen mit einfachen Obstbaumkarbolineen in 0,3prozent. und konzentrierten Obstbaumkarbolineen in 0,15prozent. Emulsion sehr gute Ergebnisse erzielten. Schädigungen traten auch bei Begießungen von Hunderten von Blumenkohlpflanzen mit 0,4prozent. Karbowassol-Emulsion (2- und 3mal) nach unseren bisherigen Erfahrungen nicht auf, wenn sie nach Art der Sublimatbegießungen (sogar mit 100 ccm statt mit 75 ccm) an den Wurzelhals vorgenommen wurden. Mit der gleichen Emulsion wurden halbwüchsige Blumenkohlpflanzen gründlich überbraust. Die Pflanzen vertrugen diese Begießung, aber am Rand der horizontal gehaltenen Blätter zeigten sich später an den Stellen Flecken, wo sich die Gießflüssigkeit gesammelt hatte und bis zur Verdunstung stehen geblieben war. Dieser geringe Schaden dürfte bei wüchsigen Pflanzen und gehöriger Düngung auch keine sonderliche Bedeutung haben. Er erfolgt außerdem nur, wenn die Begießung an den Wurzelhals unsachgemäß vorgenommen wurde. Tausend Kohlrabipflanzen, die Mitte Mai gepflanzt und danach 2mal mit 0,4prozent.

Abb. 3. Ernteergebnis des in Abb. 2 dargestellten Versuches.

Dendrin-Emulsion gegossen wurden, blieben zunächst im Wuchs gegenüber unbehandelten oder mit Kalomel behandelten Pflanzen ganz auffallend zurück, hatten sich aber bis zur Ernte — Kohlfliegenbefall trat nicht ein — wieder so weit erholt, daß ein Unterschied nicht mehr festzustellen war. Gute Wirkung gegen die Kohlfliegeneier, ohne im allgemeinen die Pflanzen zu schädigen, einfache Beschaffung und Handhabung, geringere Gefährlichkeit und billiger Preis lassen die Obstbaumkarbolineen als sehr geeigneten Ersatz für Sublimat zur Kohlfliegenbekämpfung erscheinen, was besonders die Versuche Thomaszewskis und Nitsches gezeigt haben. In einigen besonderen Fällen dürfte allerdings noch mit der Möglichkeit zu rechnen sein, daß andere Mittel ihnen den Rang ablaufen. Einmal, wenn bei der Notwendigkeit wiederholter Begießungen zu Spätkohl, wie sie von Juli ab vorkommen kann,[1]) das Kalomel vielleicht länger wirksam bleiben würde und Arbeitsgänge zu ersparen vermöchte. Zum andern, falls sich das Ammoniumkarbonat im Freiland bewähren sollte, eine länger anhaltende Wirksamkeit aufzuweisen hätte und vielleicht einen Teil des Arbeitslohnes seiner Düngewirkung wegen abzusetzen gestatten sollte. Sicherlich würde aber solchen Mitteln der Vorzug zu geben sein, die sich als regelrechte Kopfdünger gleichzeitig zur Kohlfliegenbekämpfung eignen würden. Da die Arbeiten an der fliegenden Station in Unna mit dem September des Jahres 1933 eingestellt werden mußten, konnten diese und andere Fragen nicht weiter verfolgt werden.

Literatur.

Bremer, H., Lebensweise und Bekämpfung der Kohlfliege. Sonderdruck aus den „Mitteilungen der Deutschen Landw.-Gesellschaft“ 1932, St. 19.

Crosby, C. R., u. Chupp, Ch., The control of diseases and insects affecting vegetable crops. New York State Coll. of Agric. at Cornell University, Ithaca, N. J., Extens. Bullettin No. 206, 1931.

Gasow, H., 1. Anleitung zur Bekämpfung der Kohlfliege durch das Begießungsverfahren. Flugblatt der Hauptstelle für Pflanzenschutz. Münster i. W. 1933. — 2. Zur Kohlfliegenbekämpfung durch das Begießungsverfahren Landw. Zeitung für Westfalen u. Lippe 1933, H. 2, 90. Jahrg., Beilage Obst- und Gartenbau-Ztg. Nr. 1.

Goffart, H., Versuche zur Bekämpfung der Kohlfliege (*Phorbia brassicae* Bché). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz 1933, 43. Jahrg., H. 2, S. 49—66.

Holleman, A. F., Lehrbuch der anorg. Chemie 1914.

[1]) Vgl. Bremer (1932). Bei unseren Versuchen standen 1933 Kohlfliegeneier im Freien vom 4. Mai bis wenigstens zum 24. August zur Verfügung. Etwa in der Woche vor Mitte Juni waren die Eier der Kohlfliege während der Jahre 1932 und 1933 nur noch schwer zu finden. Am 8. Juni 1932 fanden sich Fliegen, Eier, Larven verschiedener Stadien und die ersten Puppen im Freien vor. Am 22. Juni 1932 wurden unter 99 Kohlfliegenstadien 95 Puppen und 4 Larven gezählt. Von Anfang Juli 1933 ab erstreckte sich die Eiablage in schwankender Stärke über den ganzen Julimonat, wie aus folgenden Daten, an denen Eier aus dem Freiland beschafft werden konnten, hervorgeht: 5., 7., 12., 13., 14., 17., 18., 19., 20., 21., 24., 25., 27., 29. Juli.

Die Wirkung von Ammoniumbikarbonat und Kalomel gegen Kohlfliegeneier.

Nr.	Mittel und Konzentration	Versuchseier	Ausgefallene Eier	Prozentsatz der Versuchseier	Bemerkungen
1.	Ammoniumbikarbonat 1% .	20	18	90	
2	Ammoniumbikarbonat 3% .	20	18	90	
3.	Ammoniumbikarbonat 5% .	20	16	80	
4.	Ammoniumbikarbonat 100%	25	23	92	Als Prise auf feuchten Boden gebracht.
5.	Ammoniumbikarbonat 100% + Erde (1:3)	20	0	**0**	Mischung angefeuchtet, dann Eier darauf gebracht.
6.	Ammoniumbikarbonat 100% + Erde (1:3)	20	0	**0**	do.
7.	Ammoniumbikarbonat 100% + Erde (1:4)	20	0	**0**	do.
8.	Ammoniumbikarbonat 100% + Erde (1:5)	20	0	**0**	do.
9.	Ammoniumbikarbonat 100% + Erde (1:10)	20	0	**0**	do.
10.	Ammoniumbikarbonat 100% + Erde (1:15)	20	0	**0**	do.
11.	Ammoniumbikarbonat 100% + Erde (1:20)	20	3	15	do.
1.	Kalomel etwa 0,015% . .	20	1	5	
2.	Kalomel etwa 0.03% . . .	20	0	**0**	
3.	Kalomel etwa 0,05% + Baumspritzmittel Avenarius 0,05%	25	0	**0**	
4.	Kalomel etwa 0,05% + Baumspritzmittel Avenarius 0,05%	20	2	10	Wie Nr. 3 nach 5 tägigem Stehen: dünne obere Schicht. Zuviel abgesetzt.
5.	Kalomel etwa 0,05% + Baumspritzmittel Avenarius 0,05%	25	0	**0**	Wie Nr. 3 nach 5 tägigem Stehen, aber nach gründlichem Schütteln.
6.	Kalomel etwa 0,03% + Saponin 0,3% . . .	20	0	**0**	
7.	Wie Nr. 6, 1:1 mit Wasser verdünnt	20	1	5	
8.	Wie Nr. 6	20	10	50	Nach 2 tägigem Stehen: Bodensatz.
9.	Wie Nr. 6	20	0	**0**	Nach 7 tägigem Stehen, nach gründlichem Umrühren und mehrmaligem Schütteln von oben abgefüllt.
10.	Wie Nr. 6	20	0	**0**	Nach 13 tägigem Stehen, nach Umschütteln und gründlichem Rühren.

(Fortsetzung.)

Nr.	Mittel und Konzentration	Versuchseier	Ausgefallene Eier	Prozentsatz der Versuchseier	Bemerkungen
11.	Wie Nr. 10, jedoch 1 : 1 mit Wasser verdünnt . . .	20	0	**0**	
12.	Kalomel etwa 0,03% + Gelatine 1%	20	0	**0**	Nach Umrühren oben entnommen.
13.	Wie Nr. 12, jedoch 1 : 1 mit Wasser verdünnt . . .	20	0	**0**	
14.	Wie Nr. 12	20	0	**0**	Nach 3stündigem Stehen vom obersten Teil ohne Rühren und Schütteln entnommen. Becherinhalt umgerührt.
15.	Wie Nr. 14, jedoch 1 : 1 mit Wasser verdünnt . . .	20	0	**0**	
16.	Wie Nr. 12	20	0	**0**	Nach 6stündigem Stehen. Becher vom obersten Teil ohne Rühren u. Schütteln entnommen.
17.	Wie Nr. 12	20	0	**0**	Nach 28stündigem Stehen ohne Schütteln u. Rühren.
18.	Kalomel etwa 0,03% + Melasse 0,4% . . .	20	2	10	Nach gründlichem Rühren und Schütteln.
19.	Wie Nr. 18, jedoch 1 : 1 mit Wasser verdünnt . . .	25	0	**0**	
20.	Wie Nr. 18	20	0	**0**	Nach gründlichem Rühren und Schütteln erneut angesetzt.
21.	Kalomel etwa 0,03% + Glyzerin 1%	25	0	**0**	Bodensatz durch Schütteln erst verteilt.
22.	Wie Nr. 21, jedoch 1 : 1 mit Wasser verdünnt . . .	20	0	**0**	
23.	Wie Nr. 21	20	6	30	Nach $21^1/_2$ stündigem Stehen vom obersten hellen Teil entnommen.
24.	Wie Nr. 23	20	3	15	Nach leichter Trübung durch Eintauchen des Becherglases vom obersten Teil der Flüssigkeit entnommen.

(Fortsetzung des Literaturverzeichnisses.)

Krasnyuk, P. F.: Zur Bekämpfung der Kohlfliege (*Phorbia brassicae* Bouché). Russisch mit engl. Zuammenfassung. Bulletins of Mleev Horticultural Experiment Station, Entomological section 1931, Nr. 47.

Langenbuch, R., Ergebnisse mit der Sublimatmethode gegen die Kohlfliege im feldmäßigen Kohlanbau. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutz d. 12. Jahrg., Sonderdruck 1932.

Tomascewski u. Nitsche, Die Kohlfliegenbekämpfung im Feld- u. Gartenbau. Deutsche Landw. Presse 1934, 61. Jahrg., S. 191/92.

Über die Verbreitung von Tabaniden in Niederländisch-Indien und ihre wirtschaftliche Bedeutung.

Von

Dr. **Otto Nieschulz** (Utrecht).

Niederländisch-Indien ist außerordentlich reich an Tabaniden, sowohl an Arten wie an Exemplaren. Vergleichsbeobachtungen über die relative Tabanidendichte in verschiedenen Ländern stehen mir nicht zur Verfügung, aber von den Ländern, die ich bisher Gelegenheit hatte zu besuchen, war diese Dichte auf Java und Sumatra bei weitem am größten.

Auf den Inseln Java, Sumatra und Celebes (einschließlich der kleinen direkt vorgelagerten Inseln) wurden bisher etwa 150 verschiedene Arten von Tabaniden gefunden (vgl. Schuurmans-Stekhoven, 1926 und spätere Mitteilungen). Es kommen aber, wie ich an einem ziemlich großen Material, das mir seinerzeit zur Verfügung stand, feststellen konnte, noch zahlreiche weitere, bisher unbeschriebene Arten vor.

In anderer Hinsicht kann diese Tabanidenzahl ebenfalls nicht als endgültig betrachtet werden, denn verschiedene von den seltenen Arten, von denen bei der Beschreibung nur ein oder zwei Exemplare vorgelegen haben, werden zusammengefügt werden müssen.

Von diesen Tabaniden gehören über 100 zur Gattung *Tabanus*, während die übrigen sich über die Gattungen *Haematopota, Chrysops, Neobolbodimyia* und *Lissimas* verteilen. Von praktischer Bedeutung sind für uns allein die Gattungen *Tabanus, Chrysops* und *Haematopota*. Die Vertreter der beiden anderen Gattungen wurden bisher nur in wenigen Exemplaren auf Celebes gefunden.

Erwähnt sei hierbei, daß die Fauna von Java und Sumatra in vielen Arten miteinander übereinstimmt, während die von Celebes gänzlich abweicht.

Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich hauptsächlich auf (noch nicht publizierte) Beobachtungen in Java und Sumatra während meiner Tätigkeit als Parasitologe am Tierärztlichen Institut zu Buitenzorg (1925—1928).

I. Verbreitung der wichtigsten Tabanidenarten.

Die Verbreitung aller bisher bekannten Tabanidenarten soll hier nicht näher besprochen werden, zumal unsere Kenntnisse in den meisten Fällen noch sehr unzureichend sind. Wir wollen uns beschränken auf die Arten, die nach meinen Erfahrungen von größerer praktischer Bedeutung sind und die ich selbst während meines dortigen Aufenthaltes im Felde genauer kennengelernt habe. Hierzu möchte ich hauptsächlich *Tabanus rubidus, T. striatus, T. immanis, T. fumifer, T. malayensis, T. minimus, T. ceylonicus, T. rufiventris* und *T. optatus* rechnen.

Tabanus rubidus gehört zu den am weitesten verbreiteten Arten des Orients und wurde bisher in Britisch-Indien, Ceylon, Südchina, Siam, Malaya, Sumatra, Java und weiter östlich bis nach Sumbava gefunden. In den offenen oder schwächer bewaldeten Gegenden Javas und Sumatras habe ich sie fast überall in recht großer Zahl angetroffen, nicht selten als die vorherrschende Form. In dichten Wäldern kommt *T. rubidus* nicht vor, doch sie kann anscheinend entlang Wegen auch geschlossene Waldbestände passieren, da ich sie auch in offenen Gegenden, die von breiten Urwaldgürteln völlig umgeben waren, finden konnte (Atjeh, Nordsumatra).

Tabanus striatus ist mit *T. rubidus* systematisch wie biologisch nahe verwandt. Auch sie gehört zu den häufigsten Arten des Archipels. Ihr Verbreitungsgebiet stimmt etwa mit dem von *T. rubidus* überein, aber umfaßt außerdem noch Timor und die Philippinen, wo sie anscheinend die vorherrschende Art ist. Sie bevorzugt ebenfalls mehr offenes Gelände und kommt dort häufig mit *T. rubidus* vergesellschaftet in großer Zahl vor. Sie scheint Wälder noch mehr zu meiden, kann aber ebenfalls durch breite Waldgürtel in offenes Gelände vordringen und sich dort vermehren.

Tabanus immanis ist im Gegensatz zu den beiden vorherrschenden Arten eine typische Form des stärker beschatteten Geländes, die sich nur am Rande von Wäldern oder in den Wäldern selbst aufhält und nie in weites offenes Gebiet übergeht. In vielen waldreichen Gegenden Sumatras ist sie, nach meinen Beobachtungen in Südtapanuli, der Westküste und Residentur Benkulen zu urteilen, die vorherrschende Tabanidenart, während sie allerdings in ebenfalls schwer bewaldeten Gegenden hinter anderen Arten zurücktreten kann. Sie gehört aber auf jeden Fall zu den häufigsten Arten Sumatras. Ihr Verbreitungsgebiet umfaßt weiter noch Siam, Malaya, Borneo und Java. In Java scheint sie sehr selten zu sein. So wurde z. B. in Buitenzorg unter Zehntausenden von Tabaniden kein einziges Exemplar dieser Art gefunden.

Tabanus fumifer ist wieder mit *T. immanis* systematisch und biologisch nahe verwandt und stimmt mit ihr auch in der geographischen Verbreitung ziemlich gut überein. Beide Arten kommen häufig miteinander vergesellschaftet vor, aber es scheint *T. fumifer* im allgemeinen in geringerer Zahl aufzutreten als *T. immanis*.

Tabanus malayensis gehört zu derselben Tabanidengruppe wie *T. immanis* und *T. fumifer*. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt in Sumatra und Malaya. Auch auf Java wurde sie, allerdings nur in wenigen Exemplaren, gefunden. Sie ist wieder eine echte Waldform und, wenn auch nicht so häufig wie die beiden vorhergehenden Arten, doch wenigstens in Sumatra in manchen Gegenden nicht selten.

Tabanus minimus, eine ziemlich kleine Art, ist ebenfalls in Sumatra sehr weit verbreitet und tritt in manchen Gegenden in großer Zahl auf. In Java ist sie selten, in Borneo scheint sie dagegen wieder häufiger vorzukommen. Auch Malaya gehört zu ihrem Verbreitungsgebiet.

Tabanus ceylonicus ist mit der vorhergehenden Art nahe verwandt und ebenfalls ziemlich klein. Sie kommt in Sumatra häufig vor und ist auf Java wieder seltener. Ihr Verbreitungsgebiet ist größer als das von *T. minimus* und streckt sich im Westen bis nach Ceylon aus, im Osten bis Neu-Guinea. Auf Borneo wurde die Art noch nicht gefunden.

Tabanus rufiventris ist eine größere, über Java und Sumatra ziemlich weit verbreitete Art, die u. a. auch in Britisch-Indien, Malaya und Südchina angetroffen wurde. Sie tritt nirgends gleichzeitig in sehr großer Zahl auf.

Tabanus optatus ist ziemlich weit über das ganze orientalische Faunagebiet verbreitet. Auf Sumatra und Java ist diese Art nicht selten, doch kommt sie ebenfalls dort nirgends gleichzeitig in großer Zahl vor. In Borneo ist sie dagegen wenigstens stellenweise häufig. Ihr Verbreitungsgebiet umfaßt weiter noch Britisch-Indien und Malaya.

Eine einigermaßen weite Verbreitung besitzen noch in Sumatra *Tabanus brunnipes, T. incultus, T. flovothorax* und *T. tristis*. Die anderen Arten haben nach unseren bisherigen Kenntnissen nur ein beschränktes Verbreitungsgebiet oder sind im allgemeinen ziemlich selten. Meist handelt es sich dabei um echte Waldformen, hauptsächlich aus gebirgigen Gegenden. Manche dieser Arten können lokal in recht großer Zahl auftreten und dadurch auch eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung erlangen. Hierzu können wir u. a. rechnen *T. flavivittatus* aus gewissen Berggegenden Javas, *T. brunnipes* und *T. flaviscutellatus* in Wäldern von Atjeh und außerdem nach den Angaben in der Literatur noch *T. effilatus*, ebenfalls in Atjeh. Sicher werden auch noch andere Arten lokal stark vertreten sein können.

Von den *Chrysops*-Arten kommen *C. dispar, C. flaviventris, C. fasciatus* und *C. fixissima* auf Java und Sumatra vor, sie fehlen dagegen auf Celebes. *Chrysops dispar* gehört zu den häufigsten Arten dieser Gattung auf Java und Sumatra. Ihr Verbreitungsgebiet reicht über Malaya bis Britisch-Indien und Formosa. In offenen wie in stärker bewaldeten Gegenden habe ich sie regelmäßig angetroffen, doch nirgends in besonders großer Zahl. *C. flaviventris* scheint auf Java und Sumatra beschränkt zu sein. Auf Java ist sie etwa ebenso häufig wie *C. dispar*, auf Sumatra seltener. Auch von ihr habe ich nie ein Massenauftreten beobachtet. *C. fasciata* gehört zu den weniger häufigen Arten, doch ist

sie in manchen Gegenden Sumatras nicht selten. Sie wurde außerdem noch in Borneo, Siam, Malaya und Britisch-Indien angetroffen. *C. fasciata* ist ebenfalls nicht gerade häufig, während ihr Verbreitungsgebet, Java, Sumatra, Borneo, Malaya und Ceylon umfassend, ziemlich groß ist.

Die *Haematopota*-Arten schließlich leben hauptsächlich in schwerer bewaldetem Gelände und sind meist Lokalformen mit ziemlich eng begrenztem Verbreitungsgebiet. Nur etwa $^1/_7$ von den aus Java und Sumatra beschriebenen Arten wurden bisher auf beiden Inseln gefunden. Einigermaßen weit verbreitet scheint von ihnen nur *H. javana* zu sein, die in manchen Teilen von Sumatra ziemlich häufig ist. Zahlreiche Arten können lokal wenigstens in erheblicher Anzahl auftreten, so z. B. *H. cingulata* und *H. pungens* auf Java und *H. irrorata* in Sumatra.

II. Über die Tabanidendichte.

Bisher haben wir uns mit dem Artenreichtum der Tabanidenfauna befaßt. Vom wirtschaftlichen Standpunkt ist in vieler Beziehung die Zahl der Exemplare, also die Tabanidendichte, von größerer Bedeutung. Genauere Untersuchungen über die Tabanidendichte habe ich nicht in größerem Umfang ausgeführt. Es wurde aber wohl einiges Zahlenmaterial gesammelt, das uns einen Einblick in diese Verhältnisse gestattet.

Am 8. November 1925 wurden in Buitenzorg auf einem Büffel von 6—13 Uhr möglichst alle Tabaniden, die sich zum Blutsaugen anschickten, gefangen. Der Büffel wurde bei sonnigem Wetter auf einen Weideplatz mit kurzem Gras und einzelnen Bäumen am Rande des Ortes zum Grasen geschickt. Die Weide grenzte an einen Fluß und ausgedehnte Reisfelder. Das Ergebnis war das folgende:

6—7	Uhr	3	Exemplare:	—	*T. rubidus*		3	*T. striatus*		
7—8	„	20	„	16	„	„	4	„	„	
8—9	„	55	„	52	„	„	3	„	„	
9—10	„	12	„	11	„	„	1	„	„	
10—11	„	49	„	42	„	„	7	„	„	
11—12	„	49	„	36	„	„	12	„	„	1 *Chrysops*
12—13	„	32	„	28	„	„	4	„	„	
6—13	Uhr	220	Exemplare:	185	*T. rubidus*		34	*T. striatus*		1 *Chrysops*

Der Gesamtfang betrug also 220 Exemplare oder etwa 31 Stück die Stunde. Nach dieser Beobachtung zu urteilen, dürfte ein Büffel an geeigneten Plätzen während der Regenzeit täglich von 300—400 Tabaniden gestochen werden. Weitere genauere Zählungen an einem Tier habe ich nicht gemacht, doch der allgemeine Eindruck von zahlreichen Beobachtungen im Felde war, daß ein Wert von 30 Tabaniden je Tier und Stunde durchaus nicht hoch ist, sondern als ein normaler Durchschnittswert zu betrachten ist. Es kommen sicher Gegenden vor, in denen die Tabanidendichte erheblich geringer ist, so z. B. in Ostjava und der Tobahochfläche (Sumatra) besonders in den Sommermonaten (Trockenzeit), andererseits ist die Tabanidenzahl aber in anderen Distrikten wesentlich höher, wie ich in Sumatra und vor allem in Atjeh

wiederholt beobachten konnte. Hier waren die Pferde während der Regenzeit, besonders in den späten Nachmittagsstunden, förmlich von Tabaniden bedeckt.

Einen weiteren Einblick in die Tabanidendichte Javas kann uns eine Untersuchung der Zusammensetzung der Tabanidenfauna Buitenzorgs geben, die im Dezember 1925 vorgenommen wurde.

Es wurden dabei ohne Rücksicht auf die Artzugehörigkeit alle Tabaniden, die auf einer kleinen Büffelherde in der Nähe Buitenzorgs von einigen inländischen Kindern gefangen werden konnten, aufgekauft und bestimmt. Das Fangen war hauptsächlich auf die Nachmittagsstunden beschränkt, da die Kinder ihren Fang morgens im Laboratorium abliefern mußten und da mit dem Zählen, dem Abrechnen usw. einige Stunden vergingen. Das Resultat dieser Untersuchung zeigt die folgende Zusammenstellung.

8. 12. 1925	718	Exempl.:	506	*T. rubidus*	206	*T. striatus*	5	*T. sp.*	1	*Chrysops*		
9. 12. 1925	393	„	243	„ „	146	„ „	4	„ „				
10. 12. 1925	392	„	311	„ „	80	„ „	1	„ „				
11. 12. 1925	465	„	283	„ „	180	„ „	2	„ „				
12. 12. 1925	614	„	424	„ „	190	„ „						
14. 12 1925	682	„	427	„ „	254	„ „	1	„ „				
15. 12. 1925	332	„	177	„ „	148	„ „	7	„ „				
16. 12. 1925	372	„	256	„ „	114	„ „	1	„ „	1	„		
17. 12. 1925	803	„	553	„ „	245	„ „	2	„ „	3	„		
18. 12. 1925	778	„	547	„ „	219	„ „	4	„ „	8	„		
19. 12. 1925	1 147	„	730	„ „	392	„ „	3	„ „	22	„		
21. 12. 1925	922	„	599	„ „	306	„ „	4	„ „	13	„		
22. 12. 1925	445	„	292	„ „	147	„ „	3	„ „	3	„		
23. 12. 1925	633	„	444	„ „	186	„ „	1	„ „	2	„		
24. 12. 1925	371	„	247	„ „	116	„ „	5	„ „	3	„		
28. 12. 1925	1 455	„	1171	„ „	267	„ „	13	„ „	4	„		
30. 12. 1925	987	„	726	„ „	245	„ „	6	„ „	10	„		
Dezember	11 509	Exempl.	7936	*T. rubidus*	3441	*T. striatus*	62	*T. sp.*	70	*Chrysops*		

Im ganzen wurden innerhalb 3 Wochen 11 509 Tabaniden gefangen. Hiervon gehörten 7936 Exemplare zu *T. rubidus*, 3441 zu *T. striatus*, 25 zu *T. rufiventris*, 1 zu *T. optatus*, 32 zu einer damals nicht näher bestimmten Tabanidenart der *immanis-fumifer*-Gruppe, wahrscheinlich zum größten Teil zu *T. aurisparsus*, 4 zu anderen *Tabanus*- und 70 zu *Chrysops*-Arten. Zu *T. rubidus* und *T. striatus* zusammen gehörten 98,9 %, zu *T. rubidus* allein 68,9 %, zu *T. striatus* 29,9 %. Die übrigen Tabaniden, einschließlich *Chrysops*, machten nur 1,1 % der Tabanidenfauna aus, *Chrysops* allein nur 0,6 %.

Diese 11 500 Exemplare wurden an 17 Tagen gefangen, einem Tagesdurchschnitt von 677 Stück entsprechend. Zweimal wurden täglich über 1000 Exemplare (1147 bezw. 1445) eingeliefert. Vom 14. bis 19. Dezember wurden täglich Tabaniden geliefert, und zwar im ganzen 4118 Exemplare mit einem Tagesdurchschnitt von 686 Stück. Bei der Bewertung dieser Zahlen darf nicht vergessen werden, daß diese Tabaniden fast alle nur auf einer kleinen Büffelherde gesammelt wurden und daß sicher nicht alle Exemplare, die auf den Tieren Blut sogen, weggefangen wurden, zumal nicht während des ganzen Tages gearbeitet wurde.

Während meines Aufenthaltes auf Java hatte ich weiter beinahe täglich für meine Surraübertragungsversuche lebende Tabaniden nötig, die auf der oben erwähnten Weise in der Nähe Buitenzorgs gefangen wurden. Die genaue Zahl der im Laufe der Zeit verbrauchten Tabaniden habe ich nicht notiert, doch besitze ich noch von zahlreichen Tagen die Aufzeichnungen des täglichen Ankaufs. Es wurden dabei aber nicht alle Tabaniden, die erhalten werden konnten, aufgekauft, sondern je nach Bedarf eine größere oder kleinere Zahl, manchmal alle Arten, manchmal aber nur eine einzelne Art.

Monatlich zusammengefaßt war die Zahl der Tabaniden nach diesen Aufzeichnungen:

Februar	1926	an	10	Tagen	4,635	Exemplare	oder	464	Exemplare	täglich
März	1926	„	25	„	10,377	„	„	415	„	„
April	1926	„	17	„	6,806	„	„	400	„	„
Mai	1926	„	23	„	4,044	„	„	176	„	„
Juni	1926	„	23	„	4,543	„	„	196	„	„
Juli	1926	„	23	„	11,710	„	„	509	„	„
August	1926	„	5	„	1,694	„	„	363	„	„
September	1926	„	16	„	5,832	„	„	365	„	„
Oktober	1926	„	20	„	6,967	„	„	348	„	„
November	1926	„	17	„	4,995	„	„	294	„	„
Dezember	1926	„	17	„	1,235	„	„	73	„	„
	1926	an	196	Tagen	62,838	Exemplare	oder	321	Exemplare	täglich.
Januar	1927	an	19	Tagen	4,794	Exemplare	oder	252	Exemplare	täglich
Februar	1927	„	12	„	3,656	„	„	305	„	„
März	1927	„	19	„	3,893	„	„	205	„	„
April	1927	„	14	„	5,041	„	„	306	„	„
Mai	1927	„	21	„	8,995	„	„	428	„	„
Juni	1927	„	26	„	10,109	„	„	389	„	„
Juli	1927	„	20	„	6,229	„	„	271	„	„
August	1927	„	7	„	2,550	„	„	364	„	„
September	1927	„	21	„	8,090	„	„	385	„	„
Oktober	1927	„	15	„	7,570	„	„	505	„	„
November	1927	„	14	„	6,816	„	„	487	„	„
Dezember	1927	„	21	„	8,003	„	„	381	„	„
	1927	an	209	Tagen	75,746	Exemplare	oder	367	Exemplare	täglich.
Januar	1928	an	22	Tagen	18,296	Exemplare	oder	832	Exemplare	täglich
Februar	1928	„	24	„	20,673	„	„	861	„	„
März	1928	„	21	„	12,070	„	„	575	„	„
April	1928	„	20	„	7,429	„	„	372	„	„
Mai	1928	„	16	„	5,505	„	„	344	„	„
Juni	1928	„	18	„	1,727	„	„	96	„	„
Juli	1928	„	18	„	3,897	„	„	217	„	„
August	1928	„	22	„	4,786	„	„	218	„	„
September	1928	„	28	„	12,091	„	„	432	„	„
Oktober	1928	„	21	„	11,635	„	„	554	„	„
November	1928	„	2	„	705	„	„	353	„	„
	1928	an	212	Tagen	98,814	Exemplare	oder	447	Exemplare	täglich.

Vom 18. Februar 1926 bis zum 2. November 1928, also in etwa 33 Monaten, wurden an 617 Tagen 237 398 Tabaniden gefangen, einem durchschnittlichen Tagesfang von 385 Exemplaren entsprechend. Außerdem wurden noch in derselben Periode an 14 nicht genauer bekannten Tagen 5797 Exemplare erhalten, so daß die Anzahl auf 243 195 mit einem Tagesdurchschnitt von 386 steigt. Die Gesamtzahl erreichte also etwa 1/4 Million Exemplare und diese Zahl zeigt sicher deutlich, daß in Buitenzorg die Tabanidendichte erheblich hoch sein muß, zumal wenn wir berücksichtigen, daß nicht täglich gefangen wurde, daß nur eine gewisse (durch den jeweiligen Bedarf beschränkte) Anzahl Fliegen aufgekauft wurde und daß allein auf einer kleinen Anzahl Büffel gefangen wurde.

Die meisten Exemplare in einem Monat, 20 673, wurden im Februar 1928 gefangen, und in diesem Monat war auch der Tagesdurchschnitt mit 861 Fliegen am höchsten. Über 10 000 Exemplare im Monat wurden 8mal erhalten und ein Tagesdurchschnitt von über 500 wurde in 6 Monaten erreicht. Der tägliche Fang überschritt an 170 Tagen (28 %) 500 und 25mal 1000 Exemplare. Der höchste Tagesfang betrug 2068 Exemplare am 21. Januar 1928 (1047 *T. rubidus*, 945 *T. striatus* und 76 *Chrysops*). Auch diese Angaben weisen auf eine große Häufigkeit der Tabaniden.

Von nicht unerheblicher Bedeutung ist weiter die Verteilung der Tabaniden über die verschiedenen Monate. In manchen Gegenden, in denen die Tabaniden als relativ häufig zu betrachten sind (z. B. in Teilen von Südafrika) können sie in den Sommermonaten (Regenzeit) in erheblicher Zahl auftreten, während sie in den Wintermonaten (Trockenzeit) völlig oder beinahe völlig fehlen. Schon eingangs habe ich als allgemeinen Eindruck erwähnt, daß die Tabaniden in Niederländisch-Indien ebenfalls in der Trockenzeit durchaus nicht selten sind. Hierauf weisen auch unsere Fangergebnisse. Der besseren Übersicht halber fassen wir hierunter aus den vorhergehenden Tabellen die Ergebnisse für die einzelnen Monate aller drei Jahre zusammen.

Januar	an	41	Tagen	23,090	Exemplare,	563	Exemplare	täglich
Februar	„	46	„	28,964	„	628	„	„
März	„	65	„	26,340	„	405	„	„
April	„	51	„	19,276	„	378	„	„
Mai	„	60	„	18,544	„	309	„	„
Juni	„	67	„	16,379	„	244	„	„
Juli	„	61	„	21,838	„	357	„	„
August	„	34	„	9,030	„	266	„	„
September	„	65	„	26,013	„	400	„	„
Oktober	„	56	„	26,172	„	467	„	„
November	„	33	„	12,516	„	379	„	„
Dezember	„	38	„	9,238	„	243	„	„

Wir sehen aus dieser Zusammenstellung, daß der tägliche Durchschnittsfang in den einzelnen Monaten wohl gewissen Schwankungen unterlegen ist, aber auch, daß diese Differenzen nicht außerordentlich

groß sind. Die Monate Juni bis August können in Buitenzorg als typisch für die Trockenzeit betrachtet werden. Dezember bis Februar für die Regenzeit. In den ersten drei Monaten betrug der Tagesdurchschnitt 244—357 Exemplare, in den drei letztgenannten Monaten 243 bis 628. Die Tabaniden sind also auch in den Sommermonaten recht häufig. Hierfür spricht weiter noch der Umstand, daß im Juli 1926 über 11 000 und im Juni 1927 über 10 000 Exemplare gefangen wurden. Es bestehen allerdings auch in Buitenzorg deutliche Unterschiede im Auftreten der Tabaniden zwischen der Regen- und der Trockenzeit. Diese Differenzen sind übrigens nach meinen Erfahrungen stärker als in den Tabellen zum Ausdruck kommt, da besonders während der Regenzeit bei weitem nicht alle Tabaniden aufgekauft wurden, die zu erhalten waren.

Aus anderen Gebieten des Archipels steht mir kein Zahlenmaterial zur Verfügung. Verschiedene Beobachtungen weisen darauf hin, daß an vielen Orten auf Java und Sumatra dieselben Verhältnisse herrschen. Es kommen andererseits auch stärkere Differenzen zwischen Regen- und Trockenzeit vor. Besonders scheint dies in den im Sommer sehr trockenen Gebieten von Ostjava der Fall zu sein, soweit ich dies nach einem kurzen Aufenthalt beurteilen kann. Als allgemein typisch für Niederländisch-Indien darf man aber wohl eine relativ große Häufigkeit der Tabaniden während des ganzen Jahres betrachten.

Einen weiteren Einblick in die Häufigkeit der Tabaniden gibt die Verbreitung ihrer Entwicklungsstadien. Die Eier werden in regelmäßigen, typischen Haufen an Gras- und Reishalmen, die Unterseite von Blättern usw. abgelegt. Von Dezember 1925 bis März 1926 konnten in der Nähe von Buitenzorg 2390 Eierpakete, hauptsächlich von *T. rubidus* und *T. striatus*, eingesammelt werden. Auch dies spricht sicher für eine weite Verbreitung der Tabaniden. Die Larven leben verborgen im Sand, Schlamm oder in feuchter Erde in der Nähe verschiedenartigster Wasseransammlungen. Sie sind meist nur durch Aussieben des Grundes aufzufinden, also weit schwieriger als z. B. Mückenlarven. Trotzdem gelang es mir, auf Java und Sumatra 290 Brutplätze festzustellen, in denen 4933 Larven und Puppen gesammelt wurden. Da die Larven weiter gezüchtet werden sollten, wurden stets nur wenige Exemplare mitgenommen. Einige Brutplätze wurden mehrmals untersucht. Im Schlamm eines Reisfeldes wurden dabei 381 Larven gefunden, in der Erde am Grunde und am Rande eines kleinen Baches am Rande einer Bambusanpflanzung 591 Larven und in einem andern Bach, der mitten durch eine Bambuspflanzung floß, 224 Larven. Auch diese kurzen Angaben weisen darauf, daß die Tabaniden in großer Zahl vorkommen müssen.

III. Die wirtschaftliche Bedeutung der Tabaniden.

Die Weibchen der Tabaniden leben, wie bekannt, ausschließlich bezw. hauptsächlich von Blut, während die Männchen keine Blutsauger

sind. Von praktischer Bedeutung sind daher allein die Weibchen. Der Schaden, den die Tabaniden allein durch Blutentnahme unseren Haustieren zufügen, dürfte nicht unbedeutend sein. Man braucht nur einem Exemplare nach dem Saugakt das Abdomen zu öffnen, um sich zu überzeugen, daß die aufgenommene Blutmenge nicht unerheblich ist. Da die einzelnen Tabanidenarten recht verschieden groß sind, läßt sich ein genauer Durchschnittswert für die aufgenommene Blutmenge schwer geben. Ein Wert von 0,1 ccm pro Tabanide ist sicher eine vorsichtige Schätzung. Nehmen wir an, daß täglich etwa 400 Tabaniden auf einem Tier Blut saugen, so bedeutet dies einen täglichen Blutverlust von 40 ccm. Häufig dürfte dieser Wert aber um ein Vielfaches überschritten werden. Der Ernährungszustand der Tiere muß hierunter natürlich irgendwie leiden und außerdem unter den ständigen Irritationen und Anstrengungen für die Abwehrbewegungen. Allerdings glaube ich nicht, daß die Schädigungen, die durch die Tabaniden auf diese Weise hervorgerufen werden, unter den niederländisch-indischen Verhältnissen erhebliche wirtschaftliche Bedeutung besitzen. Die Tabaniden fallen vor allem Büffel an, und diese Tiere scheinen die Stiche, nach den auffallend geringen Abwehrbewegungen zu urteilen, als nicht besonders schmerzhaft zu empfinden. Rinder reagieren schon stärker, Pferde sind recht empfindlich und beantworten jeden Stich durch Schlagen mit den Beinen und Zucken mit der Haut. Pferde werden sicher unter Tabanidenstichen zu leiden haben, doch sie werden, wie bereits erwähnt, von den Tabaniden weniger aufgesucht als die Büffel. Fälle von erheblich schlechtem Ernährungszustand, bei denen dieser ganz oder hauptsächlich auf Blutverlust durch Tabaniden zurückzuführen war, habe ich aber in den Gegenden, die ich besuchen konnte, nicht beobachtet. Daß dies aber unter bestimmten Verhältnissen vorkommen kann, möchte ich nicht bezweifeln, zumal wir aus anderen Ländern derartige Fälle gut kennen. Vielleicht ist auch das inländische Vieh resistenter gegenüber diesen schädlichen Einflüssen als hochgezüchtete europäische Rassen. Auch werden in Java die Milchkühe durch Stallhaltung den bei ihnen besonders auffälligen Schädigungen durch Tabanidenstiche entzogen.

Die große wirtschaftliche Bedeutung der Tabaniden liegt in ihrer Rolle als Krankheitsüberträger. Sie sind in mehr oder weniger starkem Maße an der Übertragung einer Reihe der wichtigsten Krankheiten des Archipels, an der Surra, dem Milzbrand und der Büffelseuche beteiligt. Während meines Aufenthaltes in Indien habe ich mich mit diesen Verhältnissen näher befaßt und über die Resultate an anderer Stelle ausführlich berichtet (Nieschulz 1929 u. 1930).

Die Surra ist eine Trypanosomenkrankheit der Haustiere des Orients, die ausschließlich durch Arthropoden übertragen wird. Andere Ansteckungsmöglichkeiten werden allgemein als ausgeschlossen betrachtet und auch in keiner Weise durch epidemiologische Beobachtungen gestützt.

Als Überträger sind experimentell bisher zahlreiche Tabaniden (*Tabanus, Chrysops, Haematopota*), Musciden (*Stomoxys*, blutsaugende *Musca*-Arten), Mücken (*Anopheles, Armigeres, Stegomyia*), Flöhe (*Ctenocephalus*), Läuse (*Haematopinus*) und Zecken (*Ornithodorus*) festgestellt worden, im ganzen 41 verschiedene Arten.

Die Bedeutung der Tabaniden hängt dabei ab von dem Anteil, den sie im Felde an der Gesamtübertragung nehmen. Zecken fallen in Niederländisch-Indien als Überträger fort, da die betreffenden Arten (*Ornithodorus*) dort nicht vorkommen. Läuse und Flöhe haben ebenfalls sicher keine praktische Bedeutung. Es kommen somit hauptsächlich Tabaniden, Musciden und Mücken in Frage. In einer großen Anzahl von Experimenten habe ich versucht, die Übertragungskapazitäten von verschiedenen Angehörigen dieser Insektengruppen genauer festzustellen. Es zeigte sich dabei, daß die Tabaniden und unter ihnen vor allem die *Tabanus*-Arten, den Übertragungsaussichten nach zu urteilen, als die bei weitem gefährlichsten Surraüberträger betrachtet werden müssen, die Aussichten aller anderen Arten waren nicht nur etwas, sondern erheblich geringer.

Wir haben gesehen, daß die Zahl der Tabaniden in Niederländisch-Indien beträchtlich groß ist. In den Surraversuchen wurden mit 17 Arten positive Resultate erhalten. Es zeigte sich dabei, daß die Übertragungskapazitäten der *Tabanus*-Arten, auch wenn sie zu ganz verschiedenen Gruppen gehörten oder starke Größenunterschiede aufwiesen, ziemlich gut miteinander übereinstimmten. Die Surraübertragung ist somit nicht artbegrenzt und es kommt weniger auf die Artzugehörigkeit als auf die Anzahl der vorhandenen Exemplare an. Auch in dieser Beziehung entsprechen die Tabaniden ganz den Anforderungen, die man an wichtige Überträger stellen muß. Wir können also die Tabaniden (auch aus anderen Gründen auf die näher einzugehen hier zu weit führen würde) allein oder doch sicher hauptsächlich für die Schäden verantwortlich machen, die die Surra verursacht.

Undurchsichtiger sind die Verhältnisse beim Milzbrand. Diese Krankheit ist ihrem Wesen nach eine Bodeninfektion und kann sich ohne jede Mitwirkung von Insekten verbreiten. Andererseits können die Insekten sicher die Infektionsverbreitung wesentlich unterstützen. Einen Einblick in die Übertragungskapazitäten von verschiedenen hierfür in Betracht kommenden Insektenarten habe ich in Experimenten mit Meerschweinchen zu erhalten versucht (Nieschulz 1928). Positive Ergebnisse wurden dabei mit *Tabanus*-Arten und *Stomoxys, Musca* und *Stegomyia* erhalten. Auch in diesen Versuchen erwiesen sich wieder die Tabaniden als die besten Überträger. Ihre Kapazitäten waren (wenigstens in Versuchen mit Meerschweinchen) recht hoch und besonders bei längeren Intervallen weit höher als bei der Surra.

Epidemiologische Beobachtungen über die Rolle der Tabaniden bei einem größeren Milzbrandausbruch fehlen leider bisher. Aber auch auf Grund des uns bis jetzt zur Verfügung stehenden Tatsachenmaterials

bin ich, wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde (Nieschulz 1932), davon überzeugt, daß in Niederländisch-Indien die Tabaniden wegen ihrer großen Zahl und der hohen Übertragungskapazitäten von wesentlicher Bedeutung für die Milzbrandübertragung sind. Eine beträchtliche Anzahl dieser Insekten wird Gelegenheit haben, auf infizierten Büffeln während des Endverlaufes der Krankheit, wenn im peripheren Blut reichlich Bakterien vorhanden sind, Blut zu saugen und von ihnen werden zahlreiche Exemplare, noch bevor die Infektion in ihnen abgeklungen ist, auf einem neuen Tier wieder Blut aufnehmen und dabei Milzbrandbazillen abgeben.

Bei einem Milzbrandausbruch werden die ersten Krankheitsfälle durch Aufnahme mit der Nahrung oder sonstwie von aus dem Boden stammenden Sporen entstehen. Sind aber eine Anzahl Tiere erst infiziert, dann wird die Krankheit, wenn eine genügend große Anzahl Tabaniden vorhanden ist, durch diese Insekten rasch weiter verbreitet werden, so daß dadurch die gefürchteten Massenausbrüche entstehen können. In Ländern mit relativ geringem Insektenreichtum, wie z. B. Europa, bleibt es meist bei einigen wenigen Krankheitsfällen. Im indischen Archipel kennen wir aber wirkliche Massenausbrüche. Hierbei müssen hauptsächlich die Tabaniden und neben ihnen, wenn auch in geringerem Maße, die Stomoxyden verantwortlich gemacht werden. Diesen Insekten muß daher auch bei Bekämpfungsbestrebungen volle Andacht gewidmet werden.

Die Büffelseuche, die hämorrhagische Septikämie dieser Tiere, die durch Bazillen der Pasteurellagruppe erzeugt wird und der in Indien zahlreiche Büffel zum Opfer fallen, wird ebenfalls allgemein als eine Bodenkrankheit betrachtet, obwohl bei der geringen Resistenz dieser Bazillen die Infektionsverhältnisse noch nicht geklärt sind.

Auch bei dieser Krankheit schien die Wahrscheinlichkeit, daß Insekten an ihrer Verbreitung beteiligt sind, ziemlich groß. In Versuchen mit Kaninchen konnten positive Ergebnisse erzielt werden mit *Tabanus*-Arten und Vertretern der Gattungen *Chrysops, Stomoxys, Lyperosia, Musca, Anopheles, Armigeres* und *Stegomyia* (Nieschulz und Kraneveld 1929). Die Übertragungskapazitäten erwiesen sich dabei in allen Versuchen als außerordentlich hoch und die Dauer der Infektionstüchtigkeit war auffallend lang (bei *Tabanus* mindestens 6 Tage). Allerdings ist, wie beim Milzbrand, die Infektionsmöglichkeit für die Insekten bei der kurzen Dauer der Blutinfektion im Endstadium der Krankheit weit geringer als bei der Surra, doch wird dies durch die höheren Kapazitäten wieder ausgeglichen.

Es braucht natürlich nicht jede durch Insekten erfolgte Übertragung von Bakterien auch zu einer tödlich verlaufenden Erkrankung zu führen. Da aber Büffel durch Einreiben von infektiösem Material in Skarifikationswunden recht leicht tödlich zu infizieren sind und da die durch Insekten übertragenen Bazillen sehr schnell in den Blutkreislauf gelangen können, wird wahrscheinlich der Prozentsatz von tödlichen Fällen unter den durch Insekten bedingten Infektionen nicht unbedeutend sein.

Was die Bedeutung der blutsaugenden Insekten und besonders der Tabaniden für die Büffelseucheübertragung betrifft, so werden die Verhältnisse ähnlich wie beim Milzbrand liegen. Auch für die Verbreitung dieser Krankheit wird man blutsaugenden Insekten eine wesentliche Bedeutung zumessen müssen.

Diese Ausführungen zeigen deutlich, daß die Tabaniden in Niederländisch-Indien und wahrscheinlich ebenso in den angrenzenden Ländern des Orients eine große wirtschaftliche Bedeutung besitzen, besonders durch die Beteiligung an der Übertragung verschiedener wichtiger Infektionskrankheiten. Bei der großen Insektendichte in diesen Ländern werden bei der Epidemiologie vieler Krankheiten ganz andere Faktoren von entscheidender Bedeutung sein können, wie in Europa oder anderen Ländern mit einem weniger reich entwickelten Insektenleben.

Zusammenfassung.

Es wird auf den außerordentlichen Reichtum der Tabanidenfauna Niederländisch-Indiens sowohl an Arten wie an Exemplaren gewiesen.

Die Verbreitung der wichtigsten der etwa 150 Tabanidenarten, *Tabanus rubidus, T. striatus, T. immanis, T. fumifer, T. malayensis, T. minimus, T. ceylonicus, T. rufiventris* und *T. optatus* sowie einiger *Chrysops-* und *Haematopota*-Arten wird erwähnt.

Die Tabanidendichte ist im Vergleich mit anderen Ländern außerordentlich groß, wie an Tabanidenfängen, die über mehrere Jahre liefen, nachgewiesen werden konnte. Auch in der für die Entwicklung im allgemeinen ungünstigen Trockenzeit sind die Tabaniden in vielen Gegenden recht häufig. Untersuchungen der Brutplätze wiesen ebenfalls auf eine große Häufigkeit dieser Insekten.

Wirtschaftlich sind die Tabaniden hauptsächlich als Überträger wichtiger Krankheiten, der Surra, des Milzbrandes und der Büffelseuche, von großer Bedeutung.

Literatur.

Schuurmans-Stekhoven, J. H. (1926), Treubia **6**, Suppl. 552 pp.
Nieschulz, O. (1928), Nederl. Ind. Blad. Diergeneesk. **40**, 355—377.
— — (1929), Arch. f. Protistenkd. **65**, 78—96.
— — (1930), Dept. Landb., N. en H. Veeartsenijk. Mededeel. Nr. 75, 296 pp.
— — (1932), Nederl. Ind. Blad. Diergeneesk. **44**, 46—51.
— — u. Kraneveld, F. C. (1929), Zentr. Bakt. I. O. **113**, 403—417.

Die Organisation des entomologischen Dienstes in Kanada.

Von

K. E. Schedl, München.

(Institut für angewandte Zoologie.)

Es war schon lange meine Absicht über die Organisation des entomologischen Dienstes in Kanada, worüber in der deutschen Literatur keine nennenswerten Angaben vorliegen, eingehend zu berichten. Meine Ansicht, daß man von den vielen Eindrücken erst einen gewissen zeitlichen Abstand gewinnen muß, um die Vor- und Nachteile eines Systems richtig einschätzen zu können, veranlaßte mich die Veröffentlichung meiner Erfahrungen und Beobachtungen immer wieder hinauszuschieben. Nunmehr folge ich einer Aufforderung des Geheimrats Escherich und hole das Versäumte nach.

Der Schwerpunkt allgemeiner naturwissenschaftlicher Forschung liegt im allgemeinen in den Universitätsinstituten und ihnen angegliederten Anstalten. An diesen Instituten werden Zoologie und Botanik von dem Standpunkt der „freien Forschung" meist ohne praktische Zielsetzung betrieben. Diese Vernachlässigung der praktischen Seite der Zoologie und Botanik hat in Europa schon vor einem Jahrhundert dazu geführt, daß an den Forstlehranstalten Institute entstanden, die der praktischen Forschung, dem Schutze des Waldes und seiner Produkte gegen pflanzliche und tierische Schädlinge in einem höheren Maße Rechnung trugen. Eine ähnliche Entwicklung vollzog sich allmählich auch in den Landwirtschaftlichen Hochschulen, doch mit dem Unterschied, daß der angewandten Botanik mehr Gewicht beigelegt wurde.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika, in welchen durch besondere Umstände, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann, die Beschädigungen an land- und forstwirtschaftlichen Gewächsen besonders große Ausmaße annahmen, wurde dem Ausbau der Institute für angewandten Zoologie und Botanik besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Außerdem wurde den Zoologen an den Universitäten bereits Gelegenheit geboten, sich über alle Zweige der angewandten Zoologie, insbesondere der angewandten Entomologie, zu unterrichten. Dies

steht in einem gewissen Gegensatz zu den deutschen Universitäten, an welchen insbesondere der angewandten Entomologie kein gebührender Platz eingeräumt ist. Der Zoologe, der sich für angewandte Entomologie spezialisieren will, muß sich das notwendige Wissen an land- oder forstwirtschaftlichen Hochschulen holen und in den in Frage stehenden Instituten dieser Lehranstalten fehlt es wieder an Mitteln bezw. Positionen, um alle notwendigen Teilgebiete zu bearbeiten bezw. zu lehren. Dadurch kommt es, daß Zoologen, welche auf dem Gebiete der angewandten Entomologie tätig sein wollen, sich meist nur durch Privatstudien das nötige Wissen aneignen können.

Außer dieser Betonung der angewandten Richtung der Naturwissenschaften an den Lehranstalten und dem Ausbau von Forschungsinstituten dortselbst kamen die USA. zu dem Schluß, daß die Leitung der praktischen Bekämpfung großer Kalamitäten bezw. die Schaffung der dazu nötigen wissenschaftlichen Grundlagen einer weiteren, von den Unterrichtsanstalten getrennten, Organsiation bedürfen. So kam es zur Errichtung von staatlichen Forschungsinstituten für angewandte Botanik und Zoologie, unter welchen wieder die angewandte Entomologie besondere Berücksichtigung fand. Viel später folgten diesem Beispiel auch andere Staaten, darunter auch Deutschland, ohne aber die Organisation der amerikanischen Staaten an Planmäßigkeit und Straffheit zu erreichen. Eine ähnlich durchdachte, doch in vielen Teilen einfachere Organisation (durch die größere Einförmigkeit des Klimas und der Pflanzenwelt bedingt) besitzt Kanada. Da ich Gelegenheit gehabt hatte, 5 Jahre in derselben zu arbeiten, fühle ich mich berechtigt, ein Urteil über dieselbe abzugeben.

Kanada war vor 30 Jahren auf entomologischem Gebiet, praktisch genommen, ein Neuland. Auch heute noch gibt es kaum eine Insektengruppe, in welcher nicht ein oder das andere Neue zu erwarten ist. Deshalb darf es nicht verwundern, daß die Systematik bis vor wenigen Jahren eine ausschlaggebende Rolle gespielt hat. Die überaus rasche Entwicklung, insbesondere in der Land- und Forstwirtschaft, hat aber allmählich die Systematik verdrängt, und die angewandte Seite der Entomologie aufblühen lassen. Die Bedeutung der Land- und Forstwirtschaft im Rahmen der kanadischen Volkswirtschaft sei mir gestattet durch einige Zahlen zu belegen.

Die Außenhandelsbilanz Kanadas war von 1901—1915 passiv, in erster Linie dadurch, weil eine heimische Industrie in nicht genügendem Maße vorhanden war. Durch den Weltkrieg wurde zunächst ein mächtiger Aufschwung auf allen Gebieten der Produktion ausgelöst. Nach dem Kriege, als sich die europäischen Industrien von der Kriegsmaterialerzeugung wieder allmählich zur Erzeugung von Gebrauchsartikeln umstellten, und andere überseeische Länder an der Versorgung Europas mit landwirtschaftlichen Produkten wieder stärker teilnahmen, kam es in Kanada im Jahre 1922 neuerlich zu einer wenig bedeutungsvollen, aber immerhin passiven Handelsbilanz. Diese Krise wurde

rasch überwunden und eine zweite Blüte des Exportes begann, welche bis 1929 anhielt. Die Weltwirtschaftskrise verfehlte auch in Kanada ihre Wirkung nicht, um so mehr, als eine recht enge finanzielle Bindung mit England bestand.

	Millionen Dollar			Verhältniszahlen		
	1914	1926	1928	1914	1926	1928
Gesamtausfuhr	431,6	1315,4	1228,2	100,0	100,0	100,0
I. Landwirtschaft.						
Weizen	117,7	364,4	352,1	27,3	27,6	28,6
Gerste	6,5	23,2	23,5			
Hafer	13,4	24,2	4,3			
Getreide und Mehlprodukte	20,6	69,7	59,9	4,8	5,3	4,9
Gemüse	1,6	12,0	10,5			
Flachssamen	24,8	12,9	4,3	5,8	1,0	0,3
Äpfel	3,5	6,3	4,2			
Summe	188,1	512,7	458,8	43,8	39,0	37,3
II. Waldwirtschaft.						
Holz und Holzprodukte	61,8	275,5	281,7	14,3	21,1	22,9

Die Gesamtausfuhr und die Ausfuhr an land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen von 1914—1928. Aus: Herman Lufft, „Das Britische Weltreich", Leipzig 1930.

Im allgemeinen ist in den letzten Jahren ein allmählicher Rückgang der Bedeutung der Acker- und Viehwirtschaft bemerkbar. Dagegen steigt dieselbe der Verarbeitungsindustrien für Landwirtschaftliche Erzeugnisse und der Industrien für Luxus- und Gebrauchsgegenstände. Die Waldwirtschaft war bis zum Einsetzen der Weltwirtschaftskrise im ständigen Steigen begriffen. Letztere hat auch hier geradezu vernichtend gewirkt. Der Anteil an der Weltproduktion an landwirtschaftlichen Erzeugnissen war nach Friedrich, Geographie des Welthandels und Weltverkehrs (Jena 1930) etwa folgender:

Weizen 1924	total	114,2	Mill.	t,	davon Kanada	6,3 %
Roggen 1924	„	35,7	„	„	„	1,0 „
Gerste 1924	„	36,0	„	„	„	5,4 „
Hafer 1924	„	61.3	„	„	„	10,2 „
Buchweizen 1926	„	3,7	„	„	„	4,0 „
Kartoffeln 1924	„	163,1	„	„	„	1,6 „

Die Entwicklung des entomologischen Dienstes läuft mit der der Land- und Forstwirtschaft parallel. Bis zum Weltkrieg wurden die Probleme der angewandten Entomologie im Rahmen der landwirtschaftlichen Versuchsstation (Central Experimental Farm) von einem halben Dutzend Forscher bearbeitet, wobei die Systematik aber noch eine überragende Rolle spielte. Die Probleme der angewandten Entomologie bestanden der Hauptsache nach in der Registrierung von Insektenschädlingen, der Ausarbeitung der Biologie der Hauptschädlinge in großen

Zügen und der Anstellung einfacher Versuche bezüglich der Bekämpfung derselben. In der Zeit von 1914—1918, während welcher sämtliche Herren der Kriegsdienstleistung enthoben waren, war kaum ein nennenswerter Fortschritt zu verzeichnen. Lediglich auf dem Gebiete der Forstentomologie entstanden größere Arbeiten, vorzüglich aber wieder auf dem Gebiete der Systematik (Borkenkäfer).

Wenige Jahre nach dem Kriege wurde die Division der Entomologie aus dem Rahmen der Landwirtschaftlichen Versuchsstation herausgenommen, direkt dem Ackerbauministerium unterstellt und alsbald in den Rang einer Branch erhoben. Die Organisation wurde von dem damaligen Chef C. G. Hewitt in großen Zügen entworfen, von seinen Nachfolgern Arthur Gibson, Dominion Entomologist, und Dr. J. M. Swaine, Associate Dominion Entomologist, allmählich so durchgebildet, daß sie heute wohl als mustergültig auf diesem Gebiete gelten kann. Wesentlich zu diesem Fortschritt beigetragen haben noch L. S. McLaine und H. G. Crawford. Für die Vertiefung angewandt-entomologischer Forschung war die Aufnahme von Herrn

Organisation der Entomological Branch of Canada.

Direktion:

Arthur Gibson, Dominion Entomologist, Dr. J. M. Swaine, Associate Dominion Entomologist.

[Verwaltung, Registratur für Schadinsekten, Bücherei, Ausstellung und Propaganda]

Abteilung für Insekten-Systematik	Abteilung für Feld- u. Garten-insekten	Abteilung für Obstbaum-insekten	Abteilung für Forstinsekten	Abteilung zur Verhütung der Einschleppung und zur Unterdrückung fremder Schädlinge
Dr. J. H. McDunnough	H. G. Crawford	A. Gibson	Dr. J. M. Swaine	L. S. McLaine

Permanente Laboratorien

Ottawa Ont.	Vineland, Ont.	Ottawa, Ont.	Ottawa, Ont.
Hemmingford, Que.	Hemmingford, Que.	Fredricton, N. B.	Halifax, N. S.
Fredricton, N. B.	Vernon, B. C.	Indian-Head, Sask.	St. John, N. B.
Chatham, Ont.	Victoria, B. C.	Vernon, B. C.	Montreal, Que.
Strathroy, Ont.		Vancouver, B. C.	Quebec, Que.
Treesbank, Man.			Niagara Falls, Ont.
Lethbridge, Alta			Toronto, Ont.
Vernon, B. C.			London, Ont.
Agassiz, B. C.			Windsor, Ont.
Saskatoon, Sask.			Winnipeg, Man.
			Estevan, Sask.
			Vancouver, B. C.

Unmittelbar dem Dominion Entomologist unterstellt sind ferner:

1. Das Parasiten-Laboratorium in Belleville, Ont.
2. Das Labor zur Prüfung der Insektizide in Annapolis Royal, N. S.
3. Das Labor für Vorratsschädlinge in Ottawa, Ont.
4. Das Labor für Haustierschädlinge in Kamloops, B. C.

J. J. de Gryse und K. M. King ausschlaggebend. Insbesondere de Gryse hat durch sein enormes Wissen und die Anwendung dessen bei Freilandversuchen die Untersuchungsmethodik in der ganzen Branch weitestgehend beeinflußt. In die Zeit dieser inneren Umwälzung fälllt auch meine Dienstzeit in der Entomological Branch of Canada. Es ist höchst bedauerlich, daß gerade de Gryse so wenig Wert auf Veröffentlichungen legt bezw. daß ihm so wenig Gelegenheit geboten wird, dies zu tun.[1])

Der Schwerpunkt der Organisation des entomologischen Dienstes in Kanada liegt in den Händen des Reiches. Diejenigen Provinzen, in welchen besonders ernste Probleme auftauchten, haben zwar einen Fachberater, gewöhnlich einen der Professoren für angewandte Entomologie an der Landwirtschaftlichen Hochschule des Landes, aber diese arbeiten im Einvernehmen mit der Reichsorganisation und sind mehr oder weniger lediglich mit der Überwachung von Quarantäne und Bekämpfungsaktionen beauftragt. Der Sitz des Hauptquartiers des entomologischen Dienstes ist in Ottawa, die Abteilung selbst, Entomological Branch, untersteht direkt dem Ministerium für Landwirtschaft. Der Direktion obliegt neben der wissenschaftlichen Leitung die Verwaltung, die Propaganda, der Verkehr mit den Behörden und anderen wissenschaftlichen Instituten. Angegliedert an die Direktion sind eine Bücherei und ein Atelier, welches mit allen notwendigen Apparaten[2]) zur Anfertigung von Zeichnungen, Lichtbildern und Filmen ausgestattet ist. Das Arbeitsgebiet selbst ist in fünf Abteilungen (Divisions) eingeteilt, deren Hauptquartiere ebenfalls in Ottawa liegen. Die Abteilungen sind:

1. Abteilung für Insekten-Systematik,
2. Abteilung für Feld- und Garteninsekten,
3. Abteilung für Obstbauminsekten,
4. Abteilung für Forstinsekten,
5. Abteilung zur Verhütung der Einschleppung und Unterdrückung fremder Schadinsekten.

Jede dieser Abteilungen, mit Ausnahme der für Systematik, hat eine Reihe von permanenten Laboratorien über das ganze Reich zerstreut, deren Leitung zentral von Ottawa aus erfolgt. Die Abteilungen 1, 2, 4, 5 haben eigene Abteilungschefs, die Leitung der Abteilung für Obstbauminsekten hat sich gegenwärtig der Dominion Entomologist persönlich vorbehalten. Außerdem unterstehen dem Genannten unmittelbar das Parasitenlaboratorium in Bellville, das Prüfungsinstitut für Insektizide in Annapolis Royal N. S., das Laboratorium für Haustier-

[1]) Ich möchte nicht versäumen diese Gelegenheit wahrzunehmen und nochmals meinen kanadischen Fachkollegen für ihr kameradschaftliches Verhalten und die freundliche Aufnahme, die ich dort gefunden, zu danken.

[2]) F. Hennessey, ein bekannter kanadischer Landschaftsmaler, ist mit der Leitung des Ateliers betraut. Seine Insektendarstellungen werden gegenwärtig wohl von kaum jemand anderen übertroffen.

schädlinge in Kamloops B. C., sowie ein kleines Labor für Vorratsschädlinge in Ottawa. Die Abteilung für Bienenzucht ist eigenartigerweise bei der seinerzeitigen Trennung der Entomologischen Abteilung von der Landwirtschaftlichen Versuchsstation nicht mit übernommen worden und ist heute noch im Verband der genannten Versuchsstation. Nichtsdestoweniger werden Pollinisationsversuche im Rahmen der Entomological Branch durchgeführt.

1. Abteilung für Insektensystematik.

Leiter: Dr. J. H. McDunnough.

Dr. McDunnough, der in Berlin studierte, eine anerkannte Kapazität auf dem Gebiete der *Lepidopteren* ist und sich neuerdings mit großem Erfolg um die Systematik der Ephemeriden bemüht, kann mit Recht das Verdienst in Anspruch nehmen, eine ganz mustergültige Insektensammlung aufgebaut zu haben. Selbstverständlich haben Spezialisten, z. B. Viereck, Curran, Brown, Wally usw. die Bearbeitung durchgeführt, aber die peinliche, man könnte sagen preußische Ordnung macht diese Sammlung so wertvoll. Ein weiteres Verdienst Messrs. Gibsons und McDunnoughs ist, daß die systematischen Arbeiten nur der kanadischen Fauna und der unmittelbar angrenzenden Landesteile zuließen und so Zersplitterungen bezw. Anhäufungen von Material, das nicht unmittelbar von Interesse ist, verhüteten. Wertvolle Beiträge für die Abteilung lieferten ferner noch eine Reihe von Angestellten anderer Abteilungen, z. B. J. M. Swaine für die *Scolytidae,* der kürzlich verstorbene Norman Criddle für *Orthopteren,* besonders Heuschrecken usw. Alles Material, welches von anderen Abteilungen gesammelt wird, läuft in dieser Abteilung zusammen, wird sortiert, bestimmt bezw. zur Determination durch Spezialisten weitergeleitet. Überdies ist es den Mitarbeitern dieser Abteilung möglich gemacht, die Sommermonate in verschiedenen Teilen des Landes zu sammeln. Da nunmehr die Fauna in großen Zügen festliegt, wird daran gegangen, die einzelnen geographischen Gebiete bezw. die Verbreitungsgebiete einzelner Arten zu erfassen. Für diese Sommerarbeiten werden Hilfskräfte, junge Studenten, zugewiesen. Bedauerlich ist nur, daß für den großen Aufgabenkreis so wenig Positionen zur Verfügung stehen.

2. Abteilung für Feld- und Garteninsekten.

Leiter: H. G. Crawford.

Diese weitaus wichtigste Abteilung des ganzen entomologischen Dienstes umfaßt 10 permanente Laboratorien, welche in den Zentren der verschiedenen landwirtschaftlichen Anbaugebiete liegen. Die Aufgabe dieser permanenten Stationen liegt einerseits darin, den Landwirten in ihrem Kampf mit den Insekten mit Rat zur Seite zu stehen und andererseits für besonders wichtige Insekten Bekämpfungsmethoden auszuarbeiten und den Ursachen der Übervermehrungen nachzugehen, also

ökologische Freilandstudien zu betreiben. Zu diesem Zweck sind neben den permanenten Positionen, temporäre vorgesehen, welche die Einstellung von Studenten während der Vegetationsperiode bezwecken. Nicht inbegriffen sind in solchen temporären Positionen die für derartige Versuche notwendigen Arbeiter. Die Ausrüstung dieser permanenten Stationen ist recht verschieden, die Dotationen sind aber nach unseren europäischen Begriffen reichlich bemessen. Allen Laboratorien stehen eigene Versuchsfelder, meist auch Gewächshäuser, zur Verfügung, und außerdem haben sie Gelegenheit, bei den einzelnen Landwirten Versuche größten Stiles durchzuführen. Zu den unentbehrlichen Hilfsmitteln gehören Insektarien und entsprechende Transportgelegenheiten.

Entsprechend den klimatischen, Boden- und Absatzverhältnissen lassen sich in Kanada drei Hauptgebiete landwirtschaftlicher Kultur, welche untereinander nicht in Verbindung stehen, unterscheiden. Das Schwergewicht landwirtschaftlicher Betätigung liegt dabei unbedingt in den Prärieprovinzen. Manitoba, Saskatchevan und Alberta sind die Weizenkammern Kanadas. Hier werden neben Weizen noch Hafer und Roggen gezogen. Alle anderen Kulturpflanzen treten gegen diese drei Erzeugnisse an Bedeutung weit zurück. In diesem Gebiet liegen demnach die drei größten Laboratorien der Abteilung, Saskatoon, Sask., Treesbank, Man. und Lethbridge, Alta. Die Station in Saskatoon ist außerdem mit der dortigen Universität in unmittelbarem Kontakt. Entsprechend der Eintönigkeit der Weizen-, Hafer-, Roggenkulturen finden wir auch verhältnismäßig wenige, aber dafür um so wichtigere Schadinsekten. Die wichtigsten sind: Heuschrecken (*Camnula pellucida* Scud., *Melanoplus bivittatus* Say, *M. mexicanus* Sauss., *M. femur-rubrum* De G.), Drahtwürmer (*Agrotis orthogonia* Morr., *Ludius aeripennis cinctus* Lec. usw.), die Hessenfliege (*Mayetiola destructur*), die Getreidehalmwespe (*Cephus cinctus* Nort), um nur einige zu nennen.

Ein anderer Schwerpunkt der Landwirtschaft liegt im Osten Kanadas, und zwar in den Provinzen Ontario und Quebeck. Hier wird im Gegensatz zu den ausgesprochenen Weizen-Hafer-Roggen-Farmen des Westens gemischte Landwirtschaft betrieben. Der Grund hierfür liegt in den günstigen klimatischen Verhältnissen und in den besseren Absatzmöglichkeiten. Die beiden genannten Provinzen, Neuschottland, Neubraunschweig und Prince Edward Island gehören ja zu den am frühest kolonisierten Gebieten Kanadas überhaupt, in ihnen liegen die wichtigsten Industrien des Landes und außerdem vollzieht sich von hier aus der größte Teil des Exportes nach überseeischen Ländern und den USA. Neben Weizen, Roggen und Hafer spielt der Anbau von Mais, Kartoffeln und Flachs eine bedeutende Rolle. In der Nähe der Niagara-Fälle liegt noch das einzige Weinbaugebiet Kanadas, und in neuerer Zeit hat sich der Anbau von Tabak in Ontario ziemlich gesteigert.

Außer diesen ausgesprochenen Feldfrüchten kommt dem Gemüsebau eine recht erhebliche Bedeutung zu. Besonderen Eindruck machten auf mich die ausgedehnten Zwiebelkulturen und die riesigen Gewächshausanlagen der Farmer im südlichen Ontario. Hier liegt der Schwerpunkt der Gemüseversorgung der östlichen Provinzen überhaupt, aber insbesondere auch der Frühgemüse und der Erzeugung von Konservengemüsen. Nicht unerwähnt sollen die immer mehr zunehmenden Champignonzüchter bleiben. Aus dieser großen Zahl von in Frage stehenden Kulturarten, noch dazu auf verhältnismäßig kleinem Raum zusammengedrängt, ergibt sich auch die Vielheit der Probleme für den angewandten Entomologen.

Dementsprechend ist auch die Gliederung des entomologischen Dienstes. Die ständige Station in Ottawa beschäftigt sich ausschließlich mit der Bearbeitung von Gemüse- und Garteninsekten, insbesondere *Taeniothrips gladioli* Moult., *Hylemyia antiqua* Meig., *Lygus pratensis* L. und *Tarsonemus pallidus*. Die Versorgung der Landeshauptstadt und des nur 100 Meilen entfernten Montreal (1 000 000 Einwohner) haben gerade den Gemüseanbau zu besonderer Höhe entwickeln lassen.

Mehr allgemein beschäftigt sich mit Feld- und Garteninsekten die Station in Chatham Ont. Diese Station, mitten im Anbaugebiet des Mais gelegen, verdankt ihre Entstehung dem Auftreten des Maiszünslers, der es auch in Kanada zu einer unerwünschten Berühmtheit gebracht hat. Die Bearbeitung der Schädlinge der Champignonzucht geschieht von der Station in Ottawa aus. Kleinere Stationen in Strathroy, Ont., Hemmingford, Que. und Fredricton N. B. beschäftigen sich mehr allgemein mit Feld- und Garteninsekten, die erstgenannte insbesondere mit der Maiszünslerfrage, die zweitgenannte mit der Erforschung von *Lachnosterna anxia* Lec. und die Station in Neubraunschweig mit Kartoffelschädlingen. Die Qualität der Kartoffel aus Neubraunschweig und Prince Edward Island sind ja weit über die Grenzen des Landes bekannt.

Gegen die beiden genannten Hauptanbaugebiete landwirtschaftlicher Erzeugnisse tritt die Landwirtschaft British Columbiens an Bedeutung weit zurück. Eine einzige Station in Agassiz B. C. bearbeitet alle einschlägigen Fragen.

Von den permanenten Stationen werden von Fall zu Fall Feldstationen zur Bearbeitung einzelner Probleme errichtet. Gerade diese Feldstationen, die rasch aufgebaut und wieder abgebrochen werden können, ermöglichen es, die Schädlinge an Ort und Stelle zu studieren. Sie sind etwas typisch Amerikanisches, haben den größten Teil dazu beigetragen, daß Amerika in angewandter Entomologie noch immer führend ist und daß die Allgemeinheit den Fragen der angewandten Entomologie ein viel größeres Verständnis entgegenbringt als dies in Europa der Fall ist.

3. Abteilung für Obstbauinsekten.

Leiter: Arthur Gibson.

Der Obstbau ist noch mehr als die allgemeine Landwirtschaft an bestimmte Gebiete Kanadas gebunden. Der Schwerpunkt des Obstbaues wird in der Zukunft unzweifelhaft in British Columbien liegen. Daß dies derzeit noch nicht der Fall ist, ist wohl in der Entlegenheit des Gebietes und der dadurch bedingten hohen Transportkosten zu den Konsumzentren gelegen.

Gegenwärtig sind in diesem Gebiet bereits zwei permanente Stationen eingerichtet, Vernon B. C. und Victoria B. C. Die Prärieprovinzen und das westliche Ontario kommen für den Obstbau nicht in Frage. Erst im östlichen, besonders südöstlichen Ontario und in den südlichen angrenzenden Teilen von Quebeck finden wir wieder zahlreiche Obstkulturen. Die überaus intensive Bekämpfungstätigkeit der dortigen Obstfarmer wurde durch die permanenten Stationen in Vineland, Ont. und Hemmingford, Que. angeregt und ausgebaut. In Neuschottland, dessen Äpfel auch einen äußerst guten Ruf haben, wird die Beratung der Besitzer durch das Laboratorium für Schädlingsbekämpfungsmittel in Annopolis-Royal, auf das ich später noch zu sprechen komme, durchgeführt. Größere Probleme bilden die Bekämpfung von *Cydia pomonella* L., *Cydia molesta* Bush., *Polychrosis viteana* Chlem., *Tortrix rosaceana* Hors., *Eucosoma ocellana* Schiff., *Rhagoletis pomonella* Walsh., *Eriosoma lanigerum* Hausm., *Hennerophila pariana* Clerk., *Rachela bruceata* Hulst., *Aspidiotus perniciosus* Comst., *Lecanium coryli* L., *Osylla pyricola* Först., und andere.

4. Abteilung für Forstinsekten.

Leiter: Dr. J. M. Swaine.

Obwohl von einer planmäßigen Forstwirtschaft in Kanada vorderhand nicht die Rede sein kann, also Insektenschädigungen, bedingt durch forstliche Planwirtschaft ausgeschlossen sind, kommen Insektenkalamitäten allergrößten Stils laufend vor. Zum Teil sind diese auf die Einschleppung fremder Insekten — ich erinnere nur an die Tatsache, daß durch die Lärchenblattwespe *Lygaeonematus erichsoni* der größte Teil der Lärchen Kanadas einfach vernichtet wurde, oder neuerlich an die Riesenschäden, die durch die Fichtenblattwespe *Diprion polytonum* Htg. verursacht wurden, zum andern Teil handelt es sich um autochthone Formen, welche auch im Urwald periodisch vernichtend auftreten. Permanente Stationen finden wir in Ottawa, Ont., Fredricton, N. B., Indian Head, Sask., Vernon, B. C. und Vancouver, B. C.

Die Hauptgebiete für forstliche Nutzungen liegen in British Columbien einerseits, in der östlichen Nadelholzregion in Ontario, Quebeck, Neubraunschweig und Neuschottland andererseits. In British Columbien haben insbesondere gewisse *Dendroctonus*-Arten (*D. brevicornis* Lec.,

D. monticolae Hopk., *D. pseudotsugae* Hopk.) an Pinus monticolae Dougl. und P. contorta Loud. bezw. an Douglastanne ungeheure Schäden verursacht. In neuerer Zeit hat sich *Ellopia somniaria*, der Weidenspinner (*Stilpnotia salicis*) recht unangenehm bemerkbar gemacht. Von geringerer Wichtigkeit sind eine Reihe sekundärer Borkenkäfer, einige Ambrosien- und Prachtkäfer. Die Nadelholzregion nördlich der Prärieprovinzen hat bisher verhältnismäßig wenig Beachtung gefunden. In den Prärien selbst beschäftigt sich die permanente Station in Indian-Head hauptsächlich mit Insekten der Pappeln und Schädlingen der neuangelegten Windschutzstreifen. Der Osten Kanadas wird forstlich von Nadelhölzern beherrscht. Hier finden sich Schädlinge allerersten Ranges, z. B. Lärchenblattwespe, *Lygaeonematus erichsoni*, Banckskiefernblattwespen, *Neodiprion sp.*, die bereits erwähnte Fichtenblattwespe, *Diprion polytomum* Htg., *Cacoecia fumiferana* Clm. (Spruce Budworm), *Peronia variana* Ferm. (Black-headed Budworm), *Ellopia fiscellaria* Hbn., neuerdings auch *Rhytacinium buoliana* Schiff. (European Pine-Shootmoth), *Coleophora laricella, Dendroctonus piceaperda, Pissodes strobi* usw. Gefürchtete sekundäre Schädlinge sind eine Reihe von Borkenkäfern. An gefälltem Holz treten besonders *Monochamus*-Arten schädigend auf. Laubhölzer sind auf die südöstlichen Teile von Ontario und einen kleinen Teil von Quebeck beschränkt. Wenn auch Kalamitäten großen Stils nicht vorkommen, so werden die Bauernwälder doch durch eine Reihe von Schädlingen oft empfindlich betroffen. Der Zuckerahorn erleidet periodisch durch *Paraclamensia acerifoliella*, die Birke durch *Bucculatrix canadensisella* bedenkliche Zuwachsverluste. In Neubraunschweig hat *Chermes picae* Rtzb. an Tanne, *Cryptococcus fagi* an Buche größere Schäden verursacht. Die Liste der angeführten Schädlinge erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, gibt aber einen Einblick in die wichtigsten Probleme.

Noch mehr als bei anderen Abteilungen der Entomological Branch tritt in der forstentomologischen Abteilung die Wichtigkeit der Feldstationen hervor. Die permanenten Stationen sind hier nahezu ausgesprochene Sammelstellen für den Winter. Während der Vegetationsperiode sind alle Mitglieder der Stationen in den Feldstationen und kehren erst mit einbrechender kalter Witterung in ihre Quartiere zurück.

* * *

Bevor ich zur Besprechung der fünften Division schreite, möchte ich noch einige kleinere Institute erwähnen, welche derzeit direkt dem Dominion Entomologist unterstehen, in Zukunft sich aber zu eigenen Divisionen entwickeln werden. Zunächst das Parasitenlaboratorium in Belleville (früher Chatam Ont.). Dieses Laboratorium, in welchem ich einst meine kanadische Laufbahn begann, und welches ich später des öfteren Gelegenheit hatte zu besuchen, würde ich zu einem der leistungsfähigsten Institute dieser Art überhaupt zählen. Ursprünglich

zur biologischen Bekämpfung des Maiszünslers errichtet, wurden zunächst die Parasiten von *Carpocapsa pomonella*, der Hessenfliege und des Ohrwurms (*Forficula auricularia* L., in British Columbien), dazugenommen und seit einigen Jahren bearbeitet es alle einschlägigen Fragen auf dem ganzen Gebiete der biologischen Bekämpfung. Jedem europäischen Forscher, der nach Amerika kommt, ist der Besuch dieses Institutes zu empfehlen.

Die Untersuchung und Weiterentwicklung von Insektiziden, hauptsächlich für die Bekämpfung der Obstbaumschädlinge, erfolgt in einem Laboratorium in Annapolis Royal, N. S., in welchem Entomologen mit Chemikern Hand in Hand arbeiten. Zum Studium der Insekten der Haustiere, insbesondere der Rinder, befindet sich eine permanente Station in Kameloops B. C. Die Haus- und Vorratsschädlinge, welche einen immer breiteren Raum einnehmen, werden zum größten Teil in einem kleinen Labor in Ottawa bearbeitet. Das Gleiche gilt für die Mosquitobekämpfung und ähnliche Fragen. Nebenbei erwähnt sei, daß Kanada praktisch malariafrei ist. Andererseits spielt die Frage der Mosquitos, Blackflies usw., besonders in nördlichen Gebieten, für deren Bewohnbarkeit eine ausschlaggebende Rolle.

5. Abteilung zur Verhütung der Einschleppung und Unterdrückung fremder Schadinsekten.
(Division of Insect Pest supression.)

Leiter: L. S. McLaine.

Diese zahlenmäßig stärkste Abteilung beschäftigt sich mit der Verhütung der Einschleppung und Unterdrückung ausländischer Schädlinge. Die diesbezügliche Arbeit umfaßt demnach zwei Hauptarbeitsgebiete. Einmal werden alle Tiere und Pflanzen, welche per Eisenbahn oder Schiff in das Land kommen, genauestens inspiziert, Quarantänemaßnahmen durchgeführt bezw. bei Gefahr die Gegenstände vernichtet. Das setzt natürlich voraus, daß an allen Häfen und Eisenbahnübergangsstationen Inspektionsstellen (s. Tab.) gelegen sind. Die Inspektoren sind Laboranten in unserem Sinne vergleichbar, also ohne besondere Vorbildung, zeichnen sich aber durch große Erfahrung und Ausdauer aus. Verdächtige Arten, die sie nicht selbst bestimmen können, werden nach Ottawa eingesandt, dort bestimmt und Weisungen erteilt. Gleichzeitig ist es Aufgabe dieser Inspektoren zu sorgen, daß die Exporteure den Quarantänebestimmungen der Bestimmungsländer nachkommen. In den Aufgabenkreis dieser Abteilung fällt noch die Überwachung und Vernichtung von eingeschleppten Insekten, soweit diese sich nicht schon vollständig eingebürgert haben, z. B. besorgt sie jährliche Eisuchen des Schwammspinners, vernichtet die Eigelege und liefert statistische Daten über Ausbreitung und Stand solcher Schädlinge. Mit andern Worten, die Abteilung hat die Geschäfte einer Insektenpolizei inne und arbeitet im Einvernehmen mit den berufenen Spezialisten die einschlägigen Gesetzesentwürfe aus.

Personalstand
der
Entomological Branch of Canada
Gesamtstand Mitte 1932, 166 Personen, etatmäßig.

Arthur Gibson, Dominion Entomologist. — Dr. J. M. Swaine, Associate Dominion Entomologist.

	Abteilungsvorstände	Entomologist		Assistent Entomologist		Junior Entomologist		Insect-Pest Investigator		District Inspektor		Inspector		Laboranten		Schreibkräfte Buchhalter	Summe
		Perm.	Temp.	Perm.	Temp.	Perm.	Temp.	Perm.	Temp.	Perm.	Temp.	Perm.	Temp.	Perm.	Temp.		
Direktion		1*)		2												7	10
Abt. für Systematik	Dr. J. H. McDunnough	1		1		1			3					2		1	10
Abt. für Feld- u. Garteninsekten	H. G. Crawford	5	1	3	2	3	5	1	5							4	30
Abt. für Obstbauminsekten	A. Gibson	3		2		5	1		4			1		1		2	19
Abt. für Forstinsekten	Dr. J. M. Swaine	3		5		1	3	1	4					1		3	21
Parasiten Labor	A. Gibson	1		3	1		1		6							1	13
Labor für Prüfung-Insektizide	„	1		3		3			2							1	10
Labor für Vorratsschädlinge	„	1							1							1	3
Abt. zur Verhütung der Einschleppung und zur Unterdrückung fremder Schädlinge	L. S. McLaine	1		1		1			8	10		2	2			10	48
Summe	3	17	1	20	3	14	10	14	33	10		3	2	4		30	164

*) Zeichner, im Range eines Entomologist.

Publikationen.

Die Ergebnisse der Arbeiten der Entomological Branch werden teilweise von der Branch als solcher, teilweise in verschiedenen wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert. Praktische Anleitungen für die Bekämpfung bestimmter Insekten nebst den wichtigsten Eigenheiten ihrer Entwicklung erscheinen in Form von sogenannten Farmers Bulletin. Für die einzelnen geographischen Gebiete, Kulturarten usw. erscheinen laufend Sammelbulletins, welche besonders durch ihre Illustrationen und ihre Ausstattung Erwähnung verdienen. Studienergebnisse, welche nicht für die breite Masse des Volkes, sondern mehr für Fachleute bestimmt sind, wurden vereinzelt als technische Bulletins veröffentlicht. Des weiteren nehmen noch die Jahresberichte einzelner provinzialer Entomologenvereine, z. B. Entomological Society of Ontario, Quebec Society of Plant Protection usw. wissenschaftliche Beiträge auf. Eine Zeitschrift für angewandte Entomologie erscheint in Kanada nicht. Der „Canadian Entomologist", ein altbekanntes Blatt, nimmt sich in erster Linie systematischer Arbeiten an.

Zusammenfassung.

Aus den kurzen Ausführungen kann entnommen werden, daß der entomologische Dienst in Kanada planmäßig, einheitlich und beispielgebend organisiert ist. Es erhebt sich nun die Frage, ob eine derartige Organisation den wissenschaftlichen und praktischen Anforderungen genügt oder ob ihr besondere Mängel anhaften, die eine Nachahmung der vollständigen Verstaatlichung dieses Forschungsgebietes in Frage stellen könnten. Ein unzweifelhafter Vorteil dieses Systems ist, daß planmäßig diejenigen Fragen einer Bearbeitung zugeführt werden können, die vom Standpunkt der gesamten Volkswirtschaft eine besondere Beachtung verdienen. Außerdem können die Angehörigen eines solchen staatlichen Forschungsinstitutes zu streng praktischer Zielsetzung gezwungen werden, eine Tatsache, die bei freier Forschung an zoologischen Instituten und Lehranstalten leicht verloren gehen kann. Umgekehrt bergen solche große staatliche Institute eine Reihe von Nachteilen in sich. Vor allem besteht die Gefahr der Bürokratisierung und der Außerachtlassung des Leistungsprinzips unter Voranstellung der Dienstzeit. Dadurch werden unter Umständen fähige Männer jedes Ehrgeizes beraubt und vom Forscher zum Beamten umgemodelt. Diese Mängel sind aber zu einem großen Teil von der Regierungsform, also von politischen Momenten, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden soll, abhängig, können aber unter Umständen auf ein erträgliches Maß herabgedrückt werden. Wesentlich bedeutender erscheint mir eine andere Tatsache, nämlich die, daß die Zusammenfassung aller einschlägigen Forscher in einen staatlichen Apparat gegenseitige Kritik im Schrifttum unmöglich macht. Die weitgehende Aufteilung des Arbeitsgebietes führt außerdem zur Ausbildung einseitigen Spezialisten-

tums unter Vernachlässigung des Studiums großer Zusammenhänge. Das Fehlen einer sachlichen Kritik verstärkt durch die Editorialmaschine solcher staatlicher Institute könnte zweifelsohne ungeheure Nachteile zur Folge haben. Letzten Endes besteht noch die Gefahr, daß solche nur auf den praktischen Erfolg eingestellte Institute die für die weitere Entwicklung dieses Wissenszweiges notwendigen, mehr theoretischen Arbeiten in einem Maße negiert, daß wesentliche Fortschritte in der Erkenntnis der tieferen Ursachen der Vorgänge nicht mehr möglich werden.

Vielleicht aus dieser Erkenntnis heraus haben die USA., in welchen die erste große Organisation dieser Art geschaffen worden war, auch den Lehrstühlen für angewandte Entomologie unverminderte Unterstützung entgegengebracht bezw. dieselben immer weiter ausgebaut. Freie wissenschaftliche Forschung mit praktischer Zielsetzung, Lehrstühle für angewandte Entomologie an den Land- und Forstwirtschaftlichen Hochschulen und ein gewisses Maß von staatlicher Organisation zur Lösung mehr praktischer Fragen werden vor Einseitigkeiten schützen und haben sicherlich den Traditionsruf der USA. in angewandter und theoretischer Entomologie begründet und bis auf die Jetztzeit erhalten. Diese dreifache Gliederung und der Zwang für Studierende der Land- und Forstwirtschaftlichen Lehranstalten, sich über die Schädlinge der in Frage kommenden Pflanzen und Tiere zu orientieren, verbunden mit der planmäßigen Aufklärung der breiten Massen, haben auch das viel größere Verständnis des amerikanischen Volkes gegenüber Insektenschädlingen aller Art begründet. Für kanadische Verhältnisse trifft ähnliches zu, aber mit dem Unterschied, daß die angewandten Entomologen wenigstens zum Teil ihre Studien in USA. absolvieren.

In Deutschland wurde der Frage der Schulung des angewandten Entomologen und dem Ausbau einschlägiger Institute bisher nicht die Beachtung geschenkt, die sie verdienen. Dies trifft insbesondere auf die Schädlinge der Landwirtschaft und des Obstbaus zu. Dadurch ist auch das verhältnismäßig geringe Verständnis weiter Kreise der Bevölkerung gegenüber landwirtschaftlichen Schädlingen erklärlich. Auf die Notwendigkeit des Ausbaues der Zoologie in dieser Richtung wurde bereits des öfteren von berufener Seite, ich verweise vor allem auf die diesbezüglichen Schriften von Reh und Escherich, aufmerksam gemacht. Möge es in absehbarer Zeit gelingen, dieses Manko angewandter entomologischer Forschung und Ausbildungsmöglichkeit zum Wohle unseres, an einen so engen Raum gebundenen Volkes, auszufüllen.

Die Borkenkäfer und ihre Standpflanzen.

(Bemerkungen und Nachträge zu dem gleichnamigen Aufsatz von Kleine.)[1])

Von

A. Pfeffer, Prag.

(Aus der Staatlichen Versuchsanstalt für Forstschutz.)

A 22 466

Zu der umfangreichen Arbeit des Herrn R. Kleine sind folgende Verbesserungen und Anhänge aus dem palearktischen Gebiet anzureihen:

I. Teil.

S. 126. Fehlt *Hylastes plumbeus* Bldf. (septentrionalis Egg.) Sibirien, Japan, auf Pinus.

S. 126. *Hylurgops decumanus* Er. = *Hylurgops glabratus* Zett.

S. 126. Fehlt *Hylurgops imitator* Rtt. (1) Sibirien auf Pinus, Picea.

S. 127. Fehlt *Hylastinus croaticus* Fuchs (Cytissus nigricans) in Südeuropa (1).

S. 128. *Hylesinus botscharnikovi* Stark (Lenkoran nicht Sibirien) (2).

S. 128. Fehlt *Hylesinus orni* Fuchs (Europa) Fraxinus excelsior L. (1).

S. 128 und S. 130. Die unter der Gattung *Leperisinus* Rtt. genannten Arten gehören zu der Gattung *Hylesinus*, oder bei dem Belassen der ersten sollen hierher die Arten *Hylesinus fraxini* Panz. und *Hylesinus orni* Fuchs gehören.

S. 134. Fehlt *Carphoborus jurinskyi* Egg. (1) Sibirien auf Pinus silvestris (8).

S. 135. *Phloesinus cedris* lebt auf Cedrus atlantica Man. und in Syrien auf Ced. libanotica Loud. (5).

S. 135. *Phloesinus thujae* Perris (nec Perris) lebt auf dem gemeinen Wacholder (Juniperus communis L.) und nicht auf dem Zwergwacholder (Juniperus nana Willd.).

S. 136. *Phloesinus andresi* Egg. = *Phloesinus armatus* Rtt.

S. 137. *Liparthrum corsicum* Eichh. lebt in Pinus maritima Mill. (pinaster Sol.) und nicht in Genista.

---

[1]) Zeitschrift für angew. Entomologie Bd. XXI, 1934, S. 124—181 und 597—646.

S. 137. Fehlt *Phloeophthorus peyrimhoffi* Egg. (3) in Algier auf Genista numidica, Cytissus triflorus, Retama bovei (4), *Phloeophthorus maroccanus* Guil. (1) im Algier auf Olea europea, Retama bovei, Calycotome spinosa (4), *Phloeophthorus fraxini* Egg, (5) in Algier auf Fraxinus oxyphylla (4), *Phloeophthorus Geschwindri* Seitn. (6), Herzegowina und Dalmatien auf Cytissus Weldenii Vis. (6), *Phloeophthorus hercegovinensis* Seitn. (6), Herzegowina und Dalmatien auf Cytisus Waldenii (6).

S. 140. *Crypturyus cedri* Eichh. lebt auf Cedrus atlantica Mall. (7).

S. 141. Fehlt *Polygraphus seriatus* Rtt. (1), Sibirien, auf Pinus silvestris und Larix sibirica (8).

S. 142. *Cryphalus numidicus* Eichh. lebt auch auf Cedrus atlantica Mal (7),

S. 143. *Hypothenemus leshavai* Pjatn. lebt in Gruzien nicht in Sibirien (8).

S. 147. *Trypophloeus Rybinskyi* Rtt. lebt in den Karpathenländern in Salix silesiaca (9), *Trypophloeus Grothi* Hag. = *Trypophloeus Taspe-riatus* Gyll.

S. 150. *Ips curvidens* gehört zu der Gattung *Pityokteines* Fuchs (S. 152). *Ips erosus* Woll., lebt auch auf Cedrus atlantica Mall (7), *Ips erosus* Woll., *Ips laricis* F., *Ips longicollis* Gyll., *Ips proximus* Eichh., *Ips suturalis* Gyll., und *Ips angulatus* Eichh. gehören zu der Gattung *Orthotomicus* Ferr (S. 152), *Ips angulatus* Eichh. auch in Sibirien auf Pinus koraiensis.

S. 152. Gattung *Pityokteines* Fuchs; fehlen europäische Arten *Pit. spini-dens* Rtt., (auf Abies pectinata und Ab. Nordmanniana) und *Pit. vorontzovi* Jak. (auf Abies pectinata).

S. 152. Gattung *Pityogenes* Bed.; fehlt *Pityogenes pilidens* Rtt. (1), Süd-europa auf Pinus peuce, Pinus nigra, Pinus halepensis, *Pityogenes monacensis* wurde auch in Polen (10) und Tschechoslowakei (9) gefunden.

S. 153. *Taphrorychus ceratoniae* Peyr. = *Taphrorychus minor* Egg. (11). Auch in Sardinien, Italien auf Quercus ilex. *Taphrorychus lenko-ranus* Rtt. lebt auf Fagus orientalis nicht auf Fagus silvatia.

S. 154. *Thamnurgus varipes* Eich. lebt auch in Mähren, Slowakei usw. (9).

S. 155. *Dryocotes septentrionis* Manh. lebt nicht in Europa und Japan; fehlt *Dryocoetes sardous* Strohm (1), Südeuropa auf Quercus pedunculata.

S. 159. Fehlt *Pityophthorus mauretanicus* Peyr., Algier auf Pinus nigra mauretanica (7), *Pityophthorus Lichtensteinii* Rtz. lebt auch in Mittel- und Südeuropa, *Pityophthorus micrographus* L. lebt nur in Nord- und Osteuropa auf Picea excelsa, Pinus silvestris; fehlt *Pityophthorus pityographus* Rtz. aus Mitteleuropa, Balkanländern und Caucasus; auf Picea excelsa, Picea omorica, Abies pectinata, Abies Nordmanniana, Pinus nigra, *Pityophthorus pubescens* Marsh. lebt auch auf Pinus hallepensis Mill, *Pityophthorus Träghårdi* Spes. lebt auch in Polen (10) und Rußland.

S. 169. Gattung *Scolytus*, *Scolytus loevendali* Egg. = *Scolytus laevis* Chap., fehlt *Scolytus sulcifrons* Rey aus Südeuropa; auf Ulmus campestris, Ulmus effusa (1, 13).

S. 178. *Xyloterus lineatus* Oliv. lebt in Algier auch auf Pinus numidica und auf Cedrus atlantica Mal (7). Gattung *Trypodenron* Steph. = *Xyloterus* Er.

II. Teil.

S. 598. Picea excelsa L.: *Hylurgops decumanus* Er. = *Hylurgops glabratus* Zett., *Pityophthorus macrographus* Eichh. = *Pityophthorus exsculptus* Rtz., *Pityophthorus fennicus* Egg. = *Pityophthorus micrographus* L.; fehlt *Pityophthorus pityographus* Rtz. und *Dryocoetes hectographus* Rtt.

S. 699. Picea omorica Panč.; fehlen *Polygraphus polygraphus* L., *Dendroctonus micans* Kug., *Pityophthorus pityographus* Rtz., *Xyloterus lineatus* Oliv., *Crypturgus cinereus* Hrbst. (12).

S. 600. Abies numidica Lann; fehlt *Xyloterus lineatus* Oliv (7).

S. 601. Cedrus atlantica Man.; fehlen folgende Arten: *Cryphalus numidicus* Eichh., *Crypturgus cedri* Eichh., *Phloesinus Cedri* Bris., *Ips erosus* Woll., *Hylurgops bonvouloiri* Chap. (7).

S. 602. Pinus cembra L.: *Hylurgops decumanus* Er. = *Hylurgops glabratus* Zett.

S. 603. Pinus halepensis Mill.; fehlt *Pityophthorus pubescens* Marsh.

S. 603. Pinus koraiensis Saz., *Orthotomicus golovjankoi* Pjat. = *Orthotomicus angulatus* Eichh., *Myelophilus pilifer* Spess. nec Spatt.

S. 604. Pinus montana Mill., *Pityophthorus micrographus* L., lebt nicht auf Knieholz; fehlt *Pityophthorus pityographus* Rtz.

S. 605. Pinus nigricans Host. = Pinus austriaca Hoss.

S. 605. Pinus peuce Gries; fehlen folgende Arten: *Myelophilus piniperda* L., *Myelophilus minor* Hart., *Hylurgops palliatus* Gyll., *Hylastes ater* Payk., *Hylastes opacus* Er., *Carphoborus minimus* Fabr., *Pityophthorus pityographus* Rtz., *Pit. lichtensteinii* Rtz., *Pityogenes chalcographus* L., *Pit. bidentatus* Hbst., *Pityog. bistridentatus* Eichh., *Pit. pilidens* Rtt., *Ips sexdentatus* Börn., *Ips acuminatus* Gyll., *Orthotomicus erosus* Woll., *Orthot. laricis* F. (14).

S. 605. Pinus pumilio Willk, *Crypturgus tuberosus Nij* lebt auf Pinus pumila Pall und nicht auf Knieholz.

S. 606. Pinus silvestris L., *Pityophthorus macrographus* Eichh. = *Pityophthorus exculptus* Rtz.; fehlt *Pityophthorus pityographus* Rtz.

S. 607. Cupressus sp., *Liparthrum andresi* Egg. existiert nicht.

S. 608. Juniperus communis L.; fehlt der mitteleuropäische *Phloesinus thujae* Perr. (1).

S. 610. Populus alba L.; fehlt *Xyleborus cryptographus* Rtz.

S. 610. Populus tremula L.; *Trypophloeus Grothi* Hag. = *Trypophloeus asperatus* Gyll.

S. 610. Fehlt Salix ~~silesiaca~~ incana Wild. mit der Borkenkäferart *Trypophloeus Rybinskyi* Rtt. (9).
S. 612. Fagus silvatica L. Ausgelassen *Taphrorychus lenkoranus* Rtt.
S. 612. Fehlt Fagus orientalis Lip., auf welchem *Taphrorychus lenkoranus* Rtt. vorkommt.
S. 613. Quercus pedunculata Ehr.; fehlt *Dryocoetes sardous* Strohm.
S. 613. Ulmus campestris L.; fehlen die Arten *Pteleobius vittatus* F. und *Scolytus sulcifrons* Rey. (13).
S. 614. Ulmus effusa Wild., ebenso.
S. 620. Statt Cistus soll Cytissus sein.
S. 620. Fehlt Cytissus Weldenii Vis mit dem *Phloeophthorus Geschwindti* Seitn. (6).
S. 620. Fehlt Genista numidica mit dem *Phloeophthorus peyrimhoffi* Egg. (4), Cytissus triflorus gleichfalls.
S. 620. Calycotoma spinosa; fehlt *Phloeophthorus marocanus* Guill.
S. 624. Tilia parvifolia Ehr.; *Ernoporus schreineri* Eichh. = *Ernoporus caucasicus* Lind.
S. 628. Fraxinus excelsior L.; fehlt *Hylesinus orni* Fuchs (1).
S. 629. Fraxinus oxyphylla; fehlt *Phloeophthorus fraxini* Egg. (4), *Phloeophthorus asiaticus* Pjatn nec Peyr.
S. 629. Olea europea L.; fehlt *Phloeophthorus marocanus* Guill. (4).

Literatur.

1. Reitter, Bestimmungstabellen der Borkenkäfer. Paskau 1913.
2. Stark, Caucasian representatives of the genus Hylesinus. Bulletin of the Institute for controlling Pests and Diseases. Leningrad 1931.
3. Eggers, Entomologische Blätter 1913, S. 239.
4. P. de Peyrimhoff, De quelques Coleoptères Phytophages du Nord-Africain. Annales de la Soc. Entomol. de France 1915.
5. Eggers, Einige wichtige Fundorte. Entomologische Blätter 1914.
6. Seitner, Zwei neue Phloeophthorusarten aus der Herzegovina. Centralblatt für das gesamte Forstwesen Bd. XX. Wien 1920.
7. P. de Peyrimhoff, Les Coleoptères attachés aux Conifères dans le Nord de l'afrique. Annales de la Soc. Entomol. de France 1933.
8. Stark, Beiträge zur Kenntnis der Borkenkäfer Jakutiens. Annuaire du Musee Zoologique de l'Academie des Sciences de l'URSS. 1931.
9. Pfeffer, Catalogus Coleopterorum Čechosloveniae, pars Ipidae. Prag 1932.
10. Karpinski, Bostriches de la Forêt de Bialowieża au point de vue de la typologie des peuplements. Travaux et comptes rendus de l'Institut de recherches des Forêts d'État a Warsovie. Warszava 1933.
11. Eggers, Entomologische Blätter 1923, S. 127.
12. Gradoevič, Les ennemis de Picea Omorica Panč., conifere endemique de la Yougo-Slavie, Compte rendu du Ve Congres intern. d'Entomologie. Paris 1932—1933.
13. Cecconi, Manuale di Entomologia Forestale. Padova 1924.
14. Čorbadzev, Beitrag zur Kenntnis der Borkenkäfer Bulgariens. Spisanie na Bulg. Akademia na Naukitě. Sofia 1929.

Referate.

Einzelreferate.

Elements of Physical Biology, von Alfred J. Lotka, M. A., D. Sc., Baltimore, Williams & Wilkins Company 1925. 72 Textabbildungen, 40 Tabellen. Preis USA.-Dollar 4,50.

Trotz des bereits weit zurückliegenden Erscheinungsjahres dieses Werkes liegen doch mehrere Gründe für die ausführliche Besprechung desselben in dieser Zeitschrift vor. Lotkas Elemente der physikalischen Biologie sind von grundlegender Bedeutung für Biologen überhaupt und Entomologen im besonderen. Weiter sind sie heute noch gerade so aktuell wie im Erscheinungsjahr und endlich haben sie in der deutschen Literatur, ich denke dabei insbesondere an Friedrichs „Grundfragen der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie", nicht jene Berücksichtigung erfahren, die ihnen gebührt.

Lotka — selber nicht Naturwissenschaftlicher und vielleicht gerade deshalb — hat es zustande gebracht, eine Reihe von ganz großen Gesichtspunkten der Biologie systematisch zu ordnen, ihre Wechselbeziehungen zueinander aufzudecken und insbesondere sie mathematisch zu unterbauen. Inhaltlich gliedert sich die Materie in vier Hauptabschnitte. Der erste enthält die Definitionen der Biologie, des Lebens und seiner Hauptcharakteristika, sowie der Evolution. Anschließend erörtert Lotka die Theorie der Irreversibilität von Vorgängen im allgemeinen. Unter der Voraussetzung, daß biologische Vorgänge in weitester Fassung der Irreversibilität unterliegen, gelangt Lotka zu einer Definition der Evolution, als einer ständig vor sich gehenden Neuverteilung der Aggregate des Systems in Raum und Zeit. Als physikalische Biologie betrachtet er jenen Wissenszweig der allgemeinen Mechanik der Evolution (allgemeine Zustandslehre), welcher sich mit der Mechanik jener lebenden Systeme beschäftigt, die irreversiblen Veränderungen in der Verteilung von Stoff und Energie innerhalb ihrer Komponenten unterliegen. Je nachdem das Interesse auf das Individuum oder auf die Summe aller Individuen konzentriert wird, unterscheidet Lotka eine sogenannte Makro- und Mikromechanik und das Bindeglied der beiden, die Wechselbeziehungen von Individuum zur Gesamtheit und umgekehrt nennt er statistische Mechanik in weitestem Sinne. Analog zur Einteilung der physikalischen Chemie werden Unterabteilungen, wie die Mechanik der stofflichen Umsetzungen, die Stoichiometrie und die Energetik oder Dynamik, das ist die Mechanik der Energieumsetzungen, eingeführt. Eine weitere Aufspaltung trennt die Kinetik der Umsetzungen in der Biologie in eine solche mit nennenswerter Umsetzungsgeschwindigkeit (Kinetik) und jene mit einer praktisch zu vernachlässigenden Geschwindigkeit (Statik).

Im zweiten Abschnitt befaßt sich Lotka ausführlich mit der Theorie der Fundamentalgleichung für trägheitsfreie Entwicklungssysteme, sowie mit den für den angewandten Entomologen sehr interessanten Wachstumsgleichungen mit einer bis drei abhängigen Variablen. Als Beispiele für die Wachstumsverhältnisse bei Berücksichtigung von nur einer abhängig Variablen dienen Lotka die Bevölkerungsbewegung in den Vereinigten Staaten von Nord-

amerika, Bevölkerungswachstumsverhältnisse bei Drosophila, bei Bakterien usw. Martinis Malariagleichung, die Malariagleichung von Ross und die Parasitengleichungen von Thompson werden als Beispiele für die Funktion von zwei abhängig Variablen herangezogen. Die Aggregate des Wachstums, wie z. B. Altersverteilung, Geschlechtsverteilung, Geburtsrate und die Erhaltung der Masse einer Population, werden ihrer Gesetzmäßigkeit nach untersucht und durch Beispiele belegt.

Die Abänderung der mathematischen Ausdrücke für die Kinetik durch Vernachlässigung der Geschwindigkeit führt zur Besprechung der Statik. Nach einer eingehenden Würdigung der mathematischen Voraussetzungen für ein Equilibrium geht Lotka zunächst auf die verschiedenen Grundtypen der Gleichgewichte unter Heranziehung eines Beispieles aus der Chemie bei bekannter Gesetzmäßigkeit ein. Darauf aufbauend, bespricht er eine Reihe von Gleichgewichtsverhältnissen, wie z. B. das Verhältnis der Bevölkerung der USA. zum Schafbestand des Landes, Ausblicke über die Erhaltung der Individuen- und Artenzahl der Erde und die Konstanz derselben durch das Verhältnis von Räuber und Wirt, unter besonderer Berücksichtigung der aquatischen Verhältnisse. Einen großen Raum nehmen ferner die Besprechung der Gleichgewichtsverhältnisse und Umsetzungszyklen des Wassers, des Kohlendioxyds, des Stickstoffs und des Phosphors ein. Am Schlusse dieses Abschnittes werden die sogenannten gleitenden Gleichgewichte, wie sie z. B. bei der Betrachtung von Gleichgewichtsverhältnissen über lange Zeiträume vorkommen, theoretisch erklärt und durch Beispiele illustriert. Le Chatelieurs Theorie über Verschiebungen von Gleichgewichtszuständen wird eingehend besprochen.

Der Abschnitt über die Dynamik umfaßt neben der Besprechung der Grundtatsachen über Energieumformung eine eingehende Würdigung der Energiequellen, der Energieempfänger und Umformer der Lebewelt. Abgerundet wird das ganze durch eine Betrachtung des Weltbildes vom Menschen aus gesehen einschließlich der Erörterung der Mechanik, der Sammlung und Verarbeitung von Eindrücken, sowie der Frage nach dem Bewußtseinszustand der Organismen, endlich noch dessen Funktionen und Beziehungen zur Energetik.

Lotkas Werk, das nicht nur eine Fundgrube von Definitionen und Ergebnissen der größten unserer Biologen, sondern auch eine Fülle von eigenen äußerst originellen Gedankengängen enthält, muß für Biologen, welche sich mit den Grundfragen ihrer Wissenschaft befassen, als unentbehrlich angesehen werden. Schedl.

Gusew, V. J., und **Rimsky-Korsakov, M. N.,** Bestimmungsbuch der Schäden der Wald- und Zierbäume und Sträucher des europäischen Teils der USSR. (429 S. mit 297 Abbildungen im Text.) Leningrad, Staatsforsttechnischer Verlag 1934. (Russisch.)

In dem vorliegenden Bestimmungsbuch werden die wichtigsten Schädlinge der Bäume und Sträucher der Wälder, Parks und Gärten behandelt, und zwar in Form von dichotomischen Tabellen. Dabei werden vor allem die von den Insekten hervorgerufenen Schadbilder der einzelnen Pflanzenarten berücksichtigt; nur da, wo es wegen der Ähnlichkeit der Fraßbilder notwendig war, wurden auch die charakteristischen Merkmale der Insekten selbst in die Tabellen aufgenommen (ganz ähnlich wie in den bekannten Bestimmungsbüchern von Koch). Eine große Anzahl von Abbildungen, darunter zahlreiche Originale, unterstützen den Text. Wenn auch infolge der russischen Sprache der Text den wenigsten Nichtrussen zugänglich ist, so kann man doch an den lateinischen Namen der Pflanzen wie der Schädlinge die Schädlingsfauna der verschiedenen Bäume des europäischen Teils der USSR. ersehen, abgesehen davon, daß auch die Abbildungen manches Interessante bieten. K. E.

Personalia.

Dr. Dr. h. c. Arthur Georgi 70 Jahre!

Eben, vor Abschluß des Druckes des vorliegenden Heftes, geht uns die Mitteilung zu, daß der Seniorchef des Verlagshauses Paul Parey, **Dr. Dr. h. c. Arthur Georgi,** am 26. Mai seinen 70. Geburtstag feiert. Die Schriftleitung drückt dem Jubilar zu seinem Ehrentag die innigsten Glückwünsche aus und möchte diese Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, um ihm auch im Namen der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie den herzlichsten Dank auszusprechen für die tatkräftige Unterstützung und Förderung, die er unseren Bestrebungen vom ersten Tag des Bestehens der Gesellschaft an entgegengebracht hat. Wenn die angewandte Entomologie in Deutschland sich im Laufe von 2½ Dezennien zu solch ansehnlicher Höhe emporarbeiten konnte, so ist die Förderung, die dieselbe durch den Verlag Paul Parey erfahren hat, sehr wesentlich daran beteiligt.

K. Escherich.

Berichtigung.

(Zum Aufsatz „Zur Kenntnis schädlicher Lepidopteren sibirischer Nadelhölzer“.)[1])

Wir werden von den Verfassern W. Ermolajew und W. Wassiljev um Berichtigung eines Versehens gebeten, das in dem oben genannten Aufsatz unterlaufen ist und zu Mißverständnissen führen kann. Im Abschnitt über den Kiefernspinner, *Dendrolimus pini* L. ist auf S. 561, vierte Zeile von oben, an Stelle von „Tannenwald“ das Wort „Kiefernwald“ einzusetzen. Die Verfasser bemerken hierzu weiter: „In der Umgegend der Stadt Bijsk, wo die Forschungsarbeiten stattfanden, wächst ausschließlich reiner Kiefernwald, und das in der Abhandlung erwähnte massenhafte Vorkommen der Raupen des Kiefernspinners unter der Waldstreudecke betrifft „Kiefernwald“.

Die Schriftleitung.

---

[1]) Zeitschr. f. ang. Ent. Bd. XXI, S. 560—565. 1934.

Band XXII, Heft 2.

Originalaufsätze.

Die Eientwicklung der Mehlmotte, Ephestia Kühniella Zell., bei konstanten und schwankenden Temperaturen.

Teil II.

Von

A. D. Voûte.[1])

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München.)

Während der erste Teil der vorliegenden Untersuchung den Einfluß konstanter Temperaturen (bei verschiedenen Eiablagetemperaturen) auf die Entwicklungsgeschwindigkeit und Mortalität der Mehlmotteneier behandelt, wird im folgenden der Einfluß alternierender Temperaturen auf diese Lebensäußerungen betrachtet.

Zur Beurteilung des Einflusses regelmäßig alternierender Temperaturen war es wünschenswert, zunächst diejenige Wirkung zu kennen, die eine oder zwei Temperaturschwankungen auf den Entwicklungsgang ausüben. Es wurden daher einige Vorversuche angesetzt, in welchen sich die Eier zunächst einige Zeit in der Temperaturstufe a befanden, um den letzten Teil ihrer Entwicklung in der Temperaturstufe b zu vollenden. Im Anschluß hieran wurde die Wirkung regelmäßig alternierender Temperaturen eingehender untersucht.

Zur Literatur: Obwohl für die Praxis die schwankenden Temperaturen eine viel größere Bedeutung besitzen als die konstanten, ist bislang fast nur der Einfluß konstanter Temperaturen auf die Entwicklungsdauer und Mortalität verschiedener Insekten studiert worden.

Janisch (5) hat den Einfluß kurz dauernder Exposition extremer Temperaturen auf die Entwicklung von *Prodenia* untersucht. Er folgert aus seinen Beobachtungen, daß bei allen Temperaturabweichungen, die in das nicht optimale Temperaturgebiet hinübergreifen, die Entwicklungsgeschwindigkeit verzögert und die Gesamtentwicklung geschädigt wird. Zuweilen ist aber dieser Schaden nicht sofort bemerkbar, sondern

[1]) Jetzt Batavia (Java).

äußert sich erst in den späteren Entwicklungsstadien. Janisch ist der Ansicht, daß in diesem Verhalten eine allgemeine Gesetzmäßigkeit in Erscheinung tritt.

Daß diese Theorie keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen kann, geht schon aus den im ersten Teil der Arbeit erwähnten Beobachtungen verschiedener Autoren hervor, wonach die Eier vieler Insektenarten während ihrer Entwicklung eine Unterkühlungsperiode durchlaufen müssen. Wenn man aber nicht für alle Stadien ein und dasselbe Temperaturoptimum für Entwicklungsdauer und Entwicklungsgeschwindigkeit annimmt, und bei diesen speziellen Arten für die Vorentwicklung des Eies die optimale Temperatur als um 0 ° C gelegen betrachtet, stehen auch diese Erfahrungen nicht unbedingt im Gegensatz zu der von Janisch vertretenen Auffassung.

Übrigens stellte Parker (7) fest, daß solche Unterkühlungs- oder Kälteperioden unter Umständen, auch wenn sie während der Entwicklung einwirken, eine Beschleunigung der Entwicklungsgeschwindigkeit bedingen. Wenn man aber annimmt — wie ich das schon im ersten Teil dieser Arbeit andeutete —, daß durch derartige Unterkühlungsperioden die Konstitution des Eies und nicht seine Entwicklungsgeschwindigkeit selbst beeinflußt wird, dann dürfte Janischs Hypothese auch mit dieser Erscheinung in Einklang gebracht werden können.

Soweit Beobachtungen über fluktuierende Temperaturen vorliegen, deuten manche davon auf eine günstige Wirkung derselben hin. Zuweilen besteht diese in einer Beschleunigung der Entwicklungsgeschwindigkeit (Shelford [9], Cook [1], Parker [7]), zuweilen in einer größeren Eizahl pro Weibchen (Headle [4]). Nach Uvarov (10) hat Ludwig (6) festgestellt, daß die Wirkung einer Optimaltemperatur, die mit einer solchen oberhalb des Optimums wechselt eine Verzögerung der Entwicklungsdauer zur Folge hat, während umgekehrt ein Alternieren der Optimaltemperatur mit einer niedrigeren Wärmestufe eine gewisse Beschleunigung der Entwicklung hervorruft.

Neuerdings hat Eidmann (2) die Entwicklung der Eiraupe der Forleule bei alternierenden Temperaturen untersucht. Im Vergleich zur Wirkung konstanter Temperaturen fand er keinen bemerkenswerten Einfluß der Wechseltemperaturen. In diesem Zusammenhang muß jedoch beachtet werden, daß in seinen Versuchen infolge methodischer Fehler eine sehr große Raupensterblichkeit auftrat. Viele Raupen ertranken im Kondenswasser, das sich beim Überführen der Schalen in niedere Temperaturstufen bildete. Auch teilt Eidmann in seiner Arbeit keine Mittelwerte mit, sondern nur die Daten der ersten sich häutenden Raupen. Infolge dieses Umstandes sind seine Angaben zu einer Klärung der Frage kaum verwertbar.

Obschon all diese Beobachtungen die allgemeine Gültigkeit von Janischs Hypothese in Frage stellen, bleibt noch die Möglichkeit bestehen, daß bei Erweiterung der Theorie auch scheinbar abweichende

Resultate in sie einbezogen werden können. Da dieser Punkt von besonderem Interesse ist, sei hier noch etwas näher darauf eingegangen: In der Theorie von Janisch hängt die normale Mortalität aufs engste mit der Entwicklungsgeschwindigkeit zusammen. Sie tritt dann ein, wenn die Entwicklungsgeschwindigkeit den Wert 0 erreicht. Werden beispielsweise die Eier einer Temperatur ausgesetzt, in der sie sich nicht mehr bis zum Schlüpfen entwickeln können, so ist die Ursache der Sterblichkeit in der Verzögerung der Entwicklungsgeschwindigkeit zu erblicken. Diese Verzögerung ist temperaturgebunden. Da weiterhin die Entwicklungsgeschwindigkeit nach Janischs Auffassung einer gleichmäßig verzögerten Bewegung vergleichbar ist, die in keiner Weise beschleunigt werden kann, vermag ein Insekt den Einfluß der Schädigung einer bestimmten schädlichen Temperatur nachträglich nicht mehr auszugleichen. Mit andern Worten: Wenn z. B. Eier eines Insektes durch einen Aufenthalt von 3 Tagen in einer bestimmten Temperatur abgetötet würden, dann muß dieser Aufenthalt auch dann tödlich wirken, wenn die schädigende Temperatur nicht kontinuierlich, sondern mit Pausen einwirkt, während welcher die Eier sich in günstigeren Temperaturen aufhalten. Die Schädigungen summieren sich demnach nach seiner Auffassung. Unter Berücksichtigung dieser Konsequenz aus Janischs Hypothese verdienen die Mortalitätsdaten besonderes Interesse zur Beurteilung der Allgemeingültigkeit seiner Theorie.

Material und Methode. — Das Versuchsmaterial entstammte den nämlichen Zuchten, die auch für die Bearbeitung des ersten Teils der Untersuchung dienten.

Was die Methoden anbetrifft, so weichen sie nicht prinzipiell ab von jenen, welche dort beschrieben sind. Die Hygrostatenschalen wurden bei den Versuchen mit alternierenden Temperaturen jeweils täglich zwischen den beiden Temperaturen gewechselt. Lagen die beiden Versuchstemperaturen relativ weit auseinander, so geschah die Überführung der Schalen aus der einen in die andere nicht plötzlich, sondern in Etappen. Und zwar in der Weise, daß Schalen, welche z. B. von 34° C nach 8° C verbracht werden mußten, erst 10 bis 15 Minuten einer Temperatur von 30° C ausgesetzt blieben, dann ebenso lang bei 25° C verweilten, um schließlich 10 Minuten in 20° C zu verbleiben. Aus dieser Temperatur wurden sie zwecks Kontrollierung dem Thermostaten entnommen. War das Wasser der konzentrierten Salzlösung verdunstet, so wurde neues hinzugefügt, so daß die Salzlösung nie austrocknete. Die Schalen wurden dann wieder in den Thermostaten für 10 Minuten einer Temperatur von 15° exponiert, um schließlich über 12° C nach 8° C überführt zu werden. Die Methode hat den Vorzug, unnötige Verzögerung zu vermeiden: Da stets zahlreiche Versuche mit alternierenden Temperaturen gleichzeitig liefen, konnten die Kontrollen so eingerichtet werden, daß nach jeder einzelnen Kontrolle alle Schalen in einer neuen Temperaturstufe standen.

Eidmann (2) benutzte ebenfalls die Zwölferschen Hygrostatenschalen für seine Beobachtung der Entwicklung bei alternierenden Temperaturen. Jedoch entstand bei seinen Versuchen stets eine solche Menge Kondenswasser, daß die jungen Raupen in den Wassertröpfchen hängen blieben und starben. Er lehnt daher die Hygrostatenschalen als ungeeignet für derartige Versuche mit alternierenden Temperaturen ab. Vermutlich hatte Eidmann die Schalen un-

mittelbar aus den hohen in die niederen Temperaturen überführt, denn ich habe bei meinen Versuchen mit etappenweiser Überführung niemals Kondenswasserbildung beobachten können.

Übrigens ist auch dann, wenn die Schalen ohne Zwischenstationen von sehr hohen in sehr niedere Temperaturen verbracht werden, die Entstehung von Kondenswasser leicht zu vermeiden. Zunächst muß dafür gesorgt werden, daß die feuchte Salzmasse niemals austrocknet. Ist letzteres der Fall, dann entsteht sofort deutliche Kondenswasserbildung. Ist dagegen die Salzmasse feucht, so empfiehlt es sich bei diesem Verfahren des raschen und unmittelbaren Überführens aus hohen in niedere Temperaturen den Deckel der Schale für die Dauer von etwa einer Viertelstunde (in der niederen Temperaturstufe) etwas zu lüften, z. B. durch Einlegen eines Papierstreifens zwischen Deckel und Schale. Auf diese Weise habe ich auch bei raschem Wechsel niemals störendes Kondenswasser in den Versuchsschalen beobachten können, selbst dann nicht, wenn sie ohne Zwischenaufenthalt von 35° nach 5° verbracht wurden. Da größere Temperatursprünge als diese in der experimentell-ökologischen Forschung kaum erforderlich sein dürften, glaube ich, daß das geschilderte Verfahren für die meisten Fälle ausreichen wird.

Bei den regelmäßig alternierenden Temperaturen wurden die Eier nur einmal täglich in eine andere Temperatur überführt, was nicht ganz der Wirklichkeit entspricht: Hier tritt regelmäßig ein Wechsel zwischen der höheren Tagestemperatur mit der kühleren Nachtemperatur ein, also innerhalb 24 Stunden eine zweimalige Temperaturänderung. Da es aber nicht in meiner Absicht lag, die Wirkung des täglichen Temperaturrhythmus auf *Ephestia*-Eier zu studieren, sondern jene des Temperaturwechsels an sich, so blieb die erstere Frage, deren Beantwortung eine besondere Methodik erfordert hätte, vorerst unberücksichtigt.

Das Verhalten der Entwicklungsgeschwindigkeit bei einmaliger Temperaturänderung.[1])

Bei diesen Versuchen wurden die Eier in der nämlichen Temperatur abgelegt, in der sie auch weiterhin den ersten Teil ihrer Entwicklung vollzogen. Nachdem sie hier ungefähr die Hälfte ihrer Entwicklung durchlaufen hatten, wurden sie in eine andere Temperaturstufe überführt, in welcher sie bis zum Schlüpfen verblieben. Mit Hilfe der Entwicklungsgeschwindigkeitskurve, die im ersten Teil der Arbeit eingehender besprochen wurde, ist sodann die Zahl der „Entwicklungseinheiten" ausgerechnet worden, welche die Eier in der ersten Temperatur durchlaufen hatten. Da dort die Gesamtentwicklung = 100 Einheiten gesetzt wurde, kann man die Zahl der Einheiten, welche die Eier noch in der zweiten Temperatur theoretisch durchlaufen müssen, berechnen, indem man die bei der ersten Temperatur bereits durchlaufenen Entwicklungseinheiten von 100 subtrahiert. Dividiert man die erhaltene Differenz durch die Zahl der Tage, welche die Eier in der zweiten Temperatur noch bis zum Schlüpfen nötig hatten, so bezeichnet der Quotient die Entwicklungsgeschwindigkeit in der zweiten Temperatur.[1])

---

[1]) Das Verfahren ist im wesentlichen den Shelfordschen Methoden angepaßt (vgl. Shelford 9, und Uvarov 10).

In Tabelle 1 ist diese letztere Entwicklungsgeschwindigkeit angegeben, und zwar in Prozenten jener Werte, welche sie gehabt hätte, wenn die Eier ihre ganze Entwicklung bei der zweiten Temperatur durchlaufen haben würden. Die Vertikalkolonne bezeichnet jene Temperaturen, welchen die Eier in der ersten Hälfte ihrer Entwicklung ausgesetzt waren, die horizontale Reihe hingegen gibt die zweiten Temperaturen an, in denen die Entwicklung der Eier zum Abschluß kam. Die Prozentwerte sind im übrigen abgerundet.

Der Tabelle ist folgendes zu entnehmen:

1. Wird ein Teil der Entwicklung in einer Temperatur von 33 ° durchlaufen, der restliche Teil in einer anderen, so wirkt dies stets verzögernd auf die Gesamtentwicklung.
2. Wird der erste Teil der Entwicklung in einer niederen Temperatur, die weitere Entwicklung in einer höheren durchlaufen, so wirkt dies verzögernd auf die Gesamtentwicklung.
3. Die Größe des Temperaturintervalls hat keinen deutlichen Einfluß auf die Größe der Verzögerung. [1])
4. Wird der erste Teil der Entwicklung in einer höheren Temperatur durchlaufen, der zweite Teil der Entwicklung hingegen in einer Temperatur unterhalb 19 ° C, so wirkt dies beschleunigend auf die Gesamtentwicklung.
5. Eine höhere erste Entwicklungstemperatur (oberhalb 25 ° C) wirkt beschleunigend auf die Entwicklungsgeschwindigkeit, wenn die zweite Temperatur unter 18 ° C liegt; sie wirkt verzögernd auf diese, wenn die zweite Temperatur oberhalb 18 ° C liegt.

Die Abnahme der Beschleunigung in einer „zweiten Temperatur" von 11 ° C wird verständlicher, wenn man die Untersuchungen Hases berücksichtigt. Hase fand, daß sehr niedere Temperaturen die Entwicklung völlig zum Stillstand bringen. Deshalb wird dort die Beschleunigung und Verzögerung gleich 0. Da es unwahrscheinlich ist, daß die Beschleunigung plötzlich von einem sehr hohen Wert auf 0 herabsinkt, ist anzunehmen, daß schon früher die Beschleunigung geringer werden muß. In diesem Zusammenhang verdient Beachtung, daß die Temperaturstufe von 11 ° bereits so nieder ist, daß in ihr eine vollständige Entwicklung des Eies von der Ablage bis zum Schlüpfen kaum mehr stattfindet. Die Entwicklungsbedingungen müssen demnach unter dieser Temperatur als sehr ungünstig bezeichnet werden.

---

[1]) Zu diesen beiden letzten Punkten muß bemerkt werden, daß die Tabelle zwei Daten aufweist, bei denen keine Verzögerung vorliegt. Da aber alle übrigen Daten deutliche Verzögerungen der Entwicklungsgeschwindigkeit erkennen lassen, glaube ich, daß zum mindesten die eine Abweichung von der Regel (bei 16,3 ° C) einem Beobachtungsfehler zuzuschreiben ist. Auf die zweite Ausnahme komme ich weiter unten noch zurück.

Tabelle 1.

Temperatur der 1. Hälfte der Entwicklung (= „erste Temperatur“)	Temperatur der 2. Hälfte der Entwicklung (= „zweite Temperatur“)																					
	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
33	100 %					92 %					90 %					82 %					94 %		
32																							
31																							
30				100 %				88 %					92 %					124 %					114 %
29																							
28	91 %					100 %					102 %						118 %				125 %		
27																							
26			98 %					100 %					90 %					113 %					107 %
25																							
24																							
23	97 %					103 %					100 %					110 %					142 %		
22																							
21		87 %						87 %					100 %					125 %					87 %
20																							
19																							
18											97 %					100 %					113 %		
17						73 %																	
16			100 %					78 %					87 %					100 %					100 %
15																							
14																							
13	80 %					88 %					82 %					86 %					100 %		
12																							
11																							

Die Resultate dieser Experimente scheinen bei flüchtiger Betrachtung zunächst für die Richtigkeit der Janischschen Theorie zu sprechen: Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist ja nach dieser Theorie während der Entwicklung gleichmäßig verzögert und diese Verzögerung ist abhängig von der Entwicklungstemperatur in der Weise, daß beim Temperaturoptimum die Verzögerung am geringsten ist. Wenn somit die erste Hälfte der Entwicklung in einer niederen Temperaturstufe zurückgelegt wird, muß die Entwicklungsgeschwindigkeit geringer sein, als wenn dieser erste Teil der Entwicklung bei einer mehr in der Nähe des Optimums gelegenen Temperatur stattfindet. Der zweite Teil der Entwicklung, der bei einer dem Optimum genäherten Temperatur stattfindet, beginnt deshalb mit einer geringeren Geschwindigkeit, als wenn auch der erste Teil dieser Entwicklung in der Nähe des Optimums vonstatten gegangen wäre. Die Gesamtentwicklungsgeschwindigkeit muß daher geringer ausfallen. Dies geht aus Tabelle 1 deutlich hervor: Eine niedere Temperatur in der ersten Hälfte der Entwicklung verursacht eine Abnahme der Entwicklungsgeschwindigkeit in der zweiten Hälfte, auch wenn diese unter einer günstigeren Temperatur abläuft.

Gegen Janischs Auffassung spricht vorerst nur die Verzögerung der Entwicklungsgeschwindigkeit, die dann resultiert, wenn auf eine höhere „Ersttemperatur“ eine „Zweittemperatur“ oberhalb 19 ° C folgt.

Will man an Janischs Hypothese festhalten, dann bleibt nach meiner Ansicht nur die Annahme übrig, daß eine Temperatur, die eine große Entwicklungsgeschwindigkeit bedingt, die Entwicklung beschleunigt, wenn die darauf folgende Periode in einer ungünstigen Temperatur stattfindet und umgekehrt. Man könnte in diesem Fall an eine Art stimulierende Wirkung der „Ersttemperatur“ denken.

Doch macht auch hierbei die Erklärung der oben genannten Ausnahmen (Kombination 30 × 26 °, 30 × 21 °, 26 × 21 °) Schwierigkeiten. Die Erklärung könnte vielleicht gegeben werden, wenn als physiologisches Optimum die Temperatur zwischen 23 ° und 25 ° angesehen wird. Da bei der physiologisch optimalen Temperatur alle Prozesse nicht nur schnell, sondern vor allem im gleichmäßigen Rhythmus ablaufen (vgl. Kozhantschikov), wird der Organismus sich nach Überführen in eine andere Temperatur rasch an die neuen Bedingungen anpassen und der schädigenden Einwirkung der neuen nicht optimalen Temperatur am besten widerstehen können. Die Entwicklung bei einer nicht optimalen Temperatur würde dann als das Ergebnis einer einseitigen Anpassung aufgefaßt werden können, die eine rasche Umstellung auf neue Bedingungen verhindert. Daß die überoptimalen Temperaturen noch bei Kombination mit sehr niederer Entwicklungstemperatur eine Beschleunigung verursachen, steht mit dieser Ansicht keineswegs in Widerspruch.

Der Einfluß regelmäßig schwankender Temperaturen[1]) auf die Entwicklungsgeschwindigkeit.

Wenn keine Verzögerung oder Beschleunigung als Folge schwankender Temperaturen eintreten würde, so könnte man ohne Schwierigkeiten aus der Entwicklungsgeschwindigkeitskurve ermitteln, welche Zeit die Eier zur Entwicklung in einer bestimmten Temperaturkombination benötigen. Im einzelnen kann man sich hierzu des Shelfordschen Verfahrens bedienen. Noch anderweitig läßt sich die Entwicklungsgeschwindigkeitskurve auswerten: Sind die Temperaturschwankungen bekannt, und weiß man ferner wie lange die Eier den einzelnen Temperaturschäden ausgesetzt waren, so läßt sich mit Hilfe der Entwicklungsgeschwindigkeitskurve die Zahl der vollendeten Entwicklungseinheiten bestimmen, die dann — falls keine Verzögerung oder Beschleunigung vorliegt — immer gleich 100 sein muß. Wird aber die Entwicklung durch den Einfluß schwankender Temperaturen verzögert, so wird die errechnete Zahl vollendeter Entwicklungseinheiten größer als 100, im Falle einer Beschleunigung indessen bleibt die Zahl kleiner als 100. Die auf diese Weise erhaltene Abweichung der ermittelten Werte von der Zahl 100 ist ein Maß der Verzögerung bezw. der Beschleunigung.

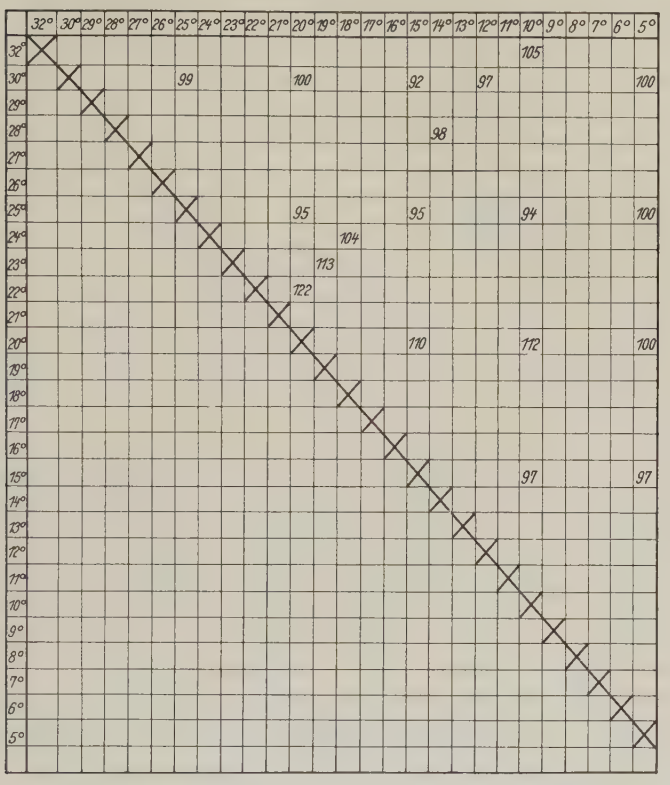
Die aus den Versuchen erhaltenen und nach obigen Gesichtspunkten berechnten Werte sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Wenn demnach in dieser Tabelle für eine bestimmte Kombination der Temperaturschwankungen der Wert „100" angegeben ist, so bedeutet dies, daß keine Beschleunigung oder Verzögerung stattgefunden hat. „90" gibt z. B. eine Beschleunigung, „110" eine Verzögerung an.

Zur Berechnung der Werte wurde diesmal nicht die allgemeine Entwicklungsgeschwindigkeitskurve benutzt, sondern jene, welche entsteht, wenn die Eiablagetemperatur auf 17,5 ° C gehalten worden ist. Die Eier sind somit bei diesen Versuchen sämtlich unter 17,5 ° C abgelegt worden. Das Alternieren einer bestimmten Temperatur mit 5 ° C ergab immer Werte, welche nur mit jener Entwicklungsgeschwindigkeitskurve vergleichhbar sind, bei der die obige Eiablagetemperatur eingehalten war. Bei derartigen Schwankungen schlüpfen die Eier stets, wenn sie jene Zahl von Tagen in der günstigen Temperaturstufe verbrachten, unter welcher sie auch bei konstantem Aufenthalt in den betreffenden Temperaturen sich entwickelt hatten.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß die Beschleunigung im allgemeinen nicht groß ist. Werte unterhalb 90 werden nicht gefunden. Wie schon oben erwähnt, führt ein Alternieren zwischen höheren Temperaturen und 5 ° C im wesentlichen immer auf die Zahl „100" (vgl. letzte Kolonne der Tabelle). Da die Entwicklungsgeschwindigkeit bei 5 ° gleich 0 ist — 5 ° liegt unterhalb des sogenannten Entwicklungsnullpunktes des Mehlmotteneies —, bedeutet dies somit, daß beim regel-

[1]) Im Temperaturbereich von 5—32 ° C.

Tabelle 2.



mäßigen Alternieren einer höheren Temperatur mit 5 ° C die Entwicklung im wesentlichen zweimal so lang währt, als wenn die Eier sich die ganze Zeit über in der oberen Temperaturstufe aufgehalten hätten.

Auffallend ist, daß kleine Schwankungen Verzögerungen verursachen, große Schwankungen aber meist eine kleine Beschleunigung: So wurde beispielsweise der Einfluß einer großen Reihe von Temperaturschwankungen, von denen jede einem Mittelwert von 21 ° C entspricht, untersucht. Die Resultate sind so eigenartig und dem zu erwartenden Ergebnis entgegengesetzt, daß ich mich vorläufig jeder theoretischen Interpretation enthalten möchte: Eine Schwankung von nur 2 ° (20—22) ergab die größte Verzögerung. Bei großen Schwankungen nehmen die Verzögerungen regelmäßig ab, beim Alternieren von 28 ° und 14 ° trat eine Beschleunigung ein, die aber wieder, wenn 32 ° und 10 ° C alternieren (also dieselbe Mitteltemperatur erreicht wird), in eine Verzögerung übergeht.

Da ich zunächst an der Richtigkeit einer derartig großen Verzögerung bei einem Alternieren der Temperaturen um nur 2 ° zweifelte, wurden die Versuche mit schwankenden Temperaturen von 21 ° und 20 °, sowie von 19 ° und 22 ° dreimal wiederholt. In allen 3 Wieder-

holungen ergab sich genau dasselbe Resultat. Dasselbe gilt von jenen Versuchen mit alternierenden Temperaturen zwischen 18° und 24°, welche in vierfacher Wiederholung ausgeführt wurden, ebenso von den Versuchen mit 28° und 14°, und jenen mit 30° und 12°, die jeweils in sechsfacher Wiederholung studiert worden waren. (Im allerletzten Fall traten minimale Unterschiede der Einzelversuche auf, im ersteren Fall stimmten die Ergebnisse völlig überein.)

Auch bei den anderen Versuchen ist der Unterschied der Beschleunigung bei größeren und kleineren Temperaturschwankungen bemerkbar. Beim Mittelwert von 17,5° C verursacht eine Schwankung zwischen 15° und 20° eine Verzögerung (110!), während ein Alternieren von 10° und 25° eine Beschleunigung (94) hervorrief. Bei einem Mittelwert von 22,5° C ist die Beschleunigung bei Schwankungen zwischen 30° und 15° größer als bei Schwankungen zwischen 25° und 20°.

Ein Vergleich von Tabelle 1 mit Tabelle 2 läßt erkennen, daß es schwierig ist, die gemeinsamen Tendenzen aus den Ergebnissen der beiden Versuchsreihen herauszulesen. Vermutlich läßt sich dies erst durchführen, wenn noch die verschiedenen Zwischenstufen untersucht worden sind. Auf eines kann jedoch jetzt schon hingewiesen werden: Eine „Ersttemperatur" von 23° C, d. h. also der Ablauf des ersten Teils der Entwicklung unter 23° C, bietet die günstigsten Möglichkeiten für weitere Entwicklung bei jeder anderen Temperatur. Ein Mittelwert von 22,5° C zeigt die größte Beschleunigung bei den verschiedenen Schwankungen, wobei allerdings bemerkt werden muß, daß nur zwei Schwankungen bei diesem Temperaturmittel beobachtet worden sind.

Dem Mitgeteilten sei ergänzend noch folgendes hinzugefügt: Die Ergebnisse, die in Tabelle 1 niedergelegt sind, können vielleicht — wie bereits erwähnt — als Ausdruck einer bestimmten Anpassung der Entwicklung an die jeweilige Entwicklungstemperatur gedeutet werden. Eine derartige Auslegung ist bei schwankenden Temperaturen natürlich nicht möglich. Hier kann vielleicht noch von einer Anpassung der Entwicklung an einen bestimmten Temperaturbereich gesprochen werden, nicht aber von einer solchen an eine bestimmte Temperatur. —

Die Entwicklung der Mehlmotteneier unter alternierenden fatalen Temperaturen.

Dem ersten Teil dieser Arbeit ist zu entnehmen, daß die Eientwicklung bis zum Schlüpfen bei „konstanter" Temperatur nur dann möglich ist, wenn die Temperatur nicht unterhalb 10° oder oberhalb 33° C liegt. Diese extremen Temperaturen, in welchen keine Entwicklung bis zum Schlüpfen der Eier stattfindet, sind aber meist nicht sofort tödlich. Die Eier entwickeln sich vielmehr noch ziemlich weit, aber die Embryonen sterben ab, bevor sie sich völlig entwickelt haben.

Hases (3) Versuche zeigen, daß bei einer Temperatur von 5° C keine merkliche Entwicklung mehr stattfindet. Diese Temperatur ist aber nicht unmittelbar tödlich, da die Eier selbst bei 30tägigem Aufenthalt in 5° C immerhin unter günstigere Wärmegrade verbracht, ihre Entwicklung noch vollenden konnten. Daß die Schädigung bei einem Aufenthalt der Eier unter 5° C nicht derartig groß ist, um ihre spätere Entwicklung unter günstigeren Temperaturen völlig zu unterbinden, habe auch ich zeigen können (Tab. 2, letzte Kolonne). Ein Einfluß dieser extrem niederen Temperaturen auf die Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier tritt also nicht in Erscheinung. Ob sich vielleicht später in der postembryonalen Entwicklung dieser Versuchseier Nachwirkungen des Einflusses der extrem niederen Temperaturen bemerkbar machen, darüber stehen mir vorerst nur orientierende Versuche zur Verfügung. Auf sie wird im letzten Abschnitt der Arbeit zurückgekommen werden.

Fassen wir zusammen: Beim Alternieren einer bestimmten Temperatur mit einer solchen von 5° C, verhält diese letztere sich genau so wie eine nicht tödliche Temperatur mit einer Entwicklungsgeschwindigkeit vom Werte 0. Die Temperaturen oberhalb des sogenannten „Entwicklungsnullpunktes", aber unterhalb 10° C werden sich wahrscheinlich ähnlich verhalten, nur wird bei diesen Temperaturen natürlich noch eine gewisse — wenn auch geringe — Entwicklungsgeschwindigkeit feststellbar sein.

Die extrem hohen Temperaturen oberhalb 33° sind nur teilweise mit den niederen Temperaturen vergleichbar. Während die Eier sehr lange in niederen Temperaturen verweilen können, ohne daß größere Schädigungen wahrnehmbar werden und die Entwicklung in ihnen praktisch still steht, wirkt ein kurz dauernder Aufenthalt in einer Temperatur von 34 oder 35° C, für einen hohen Prozentsatz der Versuchseier schon tödlich. Die Entwicklungsgeschwindigkeit selbst besitzt aber hier immer noch einen relativ großen Wert.

Da ein volles Verständnis des Verhaltens der Entwicklungsgeschwindigkeit bei alternierenden Temperaturen nicht möglich schien, ohne jene bei 35° C zu kennen, wurde zunächst versucht, erst für diese letztere einen Wert zu bestimmen. Hierzu wurde die im vorigen Abschnitt erwähnte Erfahrung benutzt, daß die Entwicklung beim Alternieren einer höheren Temperatur mit einer solchen von 5° im Prinzip zweimal so lang währt, als wenn die Eier sich dauernd nur in der höhern Temperaturstufe aufhielten. Wenn daher die Eier sich beim Alternieren der Expositionstemperatur von 35° und 5° bis zum Schlüpfen entwickelten, so mußte die Zahl der Tage, welche die Eier der einen Temperatur von 35° allein ausgesetzt waren, der Entwicklungsdauer bei dieser Temperatur entsprechen. Hieraus läßt sich dann leicht die Entwicklungsgeschwindigkeit berechnen, wobei die im ersten Teil der Arbeit erwähnte Korrektion unbedingt berücksichtigt werden muß.

Das Ergebnis der Versuche zeigte, daß die Eier sich bei der angegebenen Temperaturschwankung noch entwickeln können, und daß die Entwicklungsgeschwindigkeit unter diesen Bedingungen (und bei einer Eiablagetemperatur von 17,5 ° C) den Wert 20,9 erreicht. Die Mortalität war zwar bei diesen Versuchen recht groß, doch schlüpften immerhin noch einige Eier, die zur Berechnung des Wertes dienen konnten.

In Tabelle 3 (vgl. S. 177) sind die Resultate der Versuche des Alternierens verschiedener Temperaturen mit 35 ° C angegeben, und zwar in analoger Weise wie bei Tabelle 2. Auch hier fällt wiederum auf, daß große Temperaturschwankungen eine Beschleunigung der Entwicklung verursachen, während die kleineren Schwankungen teils keinen Einfluß zeigen, teils eine geringe Verzögerung zur Folge haben. Eigenartig bleibt, daß die Entwicklung beim Alternieren von 35 ° C mit 30 ° eine Beschleunigung erfährt. Allerdings ist sie gering und liegt innerhalb der Fehlergröße.

Die Mortalität.

Wie schon erwähnt, hat Janisch die Mortalität der *Prodenia*-Eier bei extremen Temperaturen der Verzögerung der Entwicklungsgeschwindigkeit zugeschrieben und diese Erscheinung zu verallgemeinern versucht. Hiernach müßte die Entwicklungsgeschwindigkeit durch die extremen Bedingungen dermaßen verzögert werden, daß sie schließlich gleich 0 wird und die Versuchstiere dann absterben. Die Entwicklungsgeschwindigkeit wird von ihm als gleichmäßig verzögerte Bewegung aufgefaßt. Eine Beschleunigung ist damit unvereinbar. Natürlich braucht eine extreme Temperatur nicht immer in jenem Stadium, in dem sie einwirkt, eine Sterblichkeit zu verursachen. Diese kann auch späterhin als Nachwirkung auftreten. Diese Nachwirkung ist nach Janisch — wenn ich ihn richtig verstanden habe — logischerweise eine Fortsetzung der durch die schädlichen Temperaturen verursachten Abnahme der Entwicklungsgeschwindigkeit. Sie verhindert, daß die Tiere ihre „Entwicklung bis zum physiologischen Greisentod" vollenden.

Will man diese scharfsinnige Hypothese an Mehlmotteneiern nachprüfen, so ist hier die Entwicklung bei jenen ungünstigen Temperaturen zu beobachten, die eine derartig große Verzögerung der Entwicklungsgeschwindigkeit verursachen, daß die Eier bei Daueraufenthalt in ihnen sich nicht mehr bis zum Schlüpfen entwickeln. Beim Mehlmotteneimaterial sind dies Temperaturen oberhalb 33 ° und unterhalb 10 °.

Wenn beispielsweise die Eier bei 35 ° einen Teil ihrer Entwicklung durchlaufen haben, so müßte unter Zugrundelegung von Janischs Theorie ihre Entwicklungsgeschwindigkeit im Verhältnis (proportional) zur Dauer ihres Aufenthaltes bei 35 ° verzögert worden sein. Werden sie nun einer anderen Temperatur exponiert, so erhält ihre Entwicklungsgeschwindigkeit eine andere Verzögerung. Gelangen sie aus dieser Temperatur wieder nach 35 ° zurück, so tritt die alte Verzögerung

wiederum in Erscheinung. Wenn die Verzögerung, die bei der anderen (zweiten) Temperatur eintrat, geringer ist als jene bei 35° C, besteht natürlich immer noch die Möglichkeit, daß die Eier schlüpfen werden. Die Entwicklungsgeschwindigkeit muß dann allerdings langsamer sein und die spätere postembryonale Entwicklung wird eine größere Verzögerung erfahren. Daß letzteres bei der Mehlmotte wirklich der Fall ist, zeigen einige Versuche, in welchen die Eier alternierend 35° und 30° C ausgesetzt waren. Die Raupen, die bei 28° weitergezüchtet wurden, entwickelten sich viel langsamer als jene, die ihr ganzes Leben bei 28° verbracht hatten. Auf diese Versuche werde ich nochmals zurückkommen. Soweit würde demnach das Experiment die Janischsche Theorie bestätigen.

Wird jedoch der Aufenthalt in einer Temperatur von 35° gewechselt mit einem solchen in einer Temperatur, wo eine noch größere Verzögerung eintritt, oder wo die Entwicklungsgeschwindigkeit gar gleich 0 ist, dann dürften zufolge Janischs Theorie die Eier auch unter solchen Bedingungen nicht zum Schlüpfen gelangen. Entsprechende Versuche wurden von mir an Mehlmotteneiern durchgeführt. Da aus technischen Gründen bei diesen Versuchen nur das Eimaterial untersucht werden konnte, waren mir hierbei keine Feststellungen über etwaige Nachwirkung möglich. Das Ergebnis dieser Versuche ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 3.

Schwankungen Grad	Berechnete Zahl der Einheiten	Mortalität %	Zeit bis 35° in Tage
35—30	95	13	1,7
35—26	109	17	2,0
35—22	101	20	2,0
35—16	87	7	3,0
35—8	?	36	4,0
35—5	100	98	6,0

Es ist bereits früher erwähnt worden, daß bei dieser Kombination der Extremtemperaturen von 35° und 5° C ein Teil der Eier sich bis zum Schlüpfen entwickeln kann. Beide Temperaturen sind für sich allein tödlich. In beiden gelangt das Mehlmottenei bei Daueraufenthalt niemals zum Schlüpfen. Bei 5° insbesondere setzt auch die Entwicklung völlig aus. So verdient dieses Experiment, welches zeigt, daß die Kombination zweier Temperaturen, die, wenn sie für sich allein wirken, absolut fatal sind, eine Entwicklung doch noch zulassen, ganz besondere Beachtung.

Das soeben geschilderte Experiment habe ich noch in anderer Weise modifiziert: Nachdem die Eier bei 17,5° C abgelegt worden waren, wurden sie sofort nach 3,5° verbracht und verblieben hier 4 Tage; nun-

mehr wurden sie nach 35° C überführt. Nach 6 Tagen schlüpften immerhin noch 2 Raupen (aus 100 Eiern), während die restlichen 98 Eier nicht mehr bis zum Schlüpfen gebracht werden konnten.

Beide Fälle zeigen deutlich, daß das Absterben der Eier in einer Temperatur von 35° nicht verursacht wird durch das Anhalten der gleichmäßig verzögerten Entwicklungsgeschwindigkeit bis 0. Janischs Theorie deckt sich somit im vorliegenden Fall nicht mit den Tatsachen.

Im Hinblick auf diese Theorie lassen sich aus den hier geschilderten verschiedenen Experimenten eine Reihe weiterer Folgerungen ziehen, auf die noch zurückzukommen sein wird.

Nach dem oben mitgeteilten Versuch können sich die Eier der Mehlmotte unter gewissen Voraussetzungen bei 35° in 6 Tagen entwickeln. Werden sie allerdings unmittelbar nach der Eiablage in diese Temperatur verbracht, dann sterben sie vor dem Schlüpfen ab.

Von Temperaturen, die unterhalb 10° liegen, kann dasselbe gesagt werden. Nur ist der fatale Einfluß hier nicht so rasch wirksam. Unter diesen Bedingungen behalten die Eier 30 Tage lang ihre Entwicklungsfähigkeit bei. Werden sie bei 0,5° C gehalten, so bleiben sie — wie Hase zeigte — noch 22 Tage lebens- und vollentwicklungsfähig.

Je größer die Entfernung vom Optimum in Richtung der Extremtemperaturen, desto größer wird auch der schädigende Einfluß der Wirkung fataler Temperaturen. Für niedere Temperaturen hat Hase dies bereits gezeigt.

Nun ist gezeigt worden, daß die Eier sich bis zum Schlüpfen entwickeln können, wenn die für sich allein fatalen Temperaturen 35° und 5° alternierend auf sie einwirken. Nennt man diese Faktoren der Kürze halber M 35 bezw. M 5, so sind die Eier einen Tag der Wirkung von M 35 ausgesetzt, den andern Tag der Wirkung von M 5. Beide Faktoren wirken im Höchstfall 6 Tage ein. M 5 kann während dieser Zeit die Eier nicht schwer schädigen, seine Wirkung ist also in diesem Zusammenhang belanglos. M 35 aber ist, wie an anderer Stelle gezeigt wurde, für sich allein imstande, die Eier in 6 Tagen abzutöten, wenn sein Einfluß ohne Unterbrechung 6 Tage hintereinander währt. Eine gleich lange aber unterbrochene Einwirkung des Faktors M 35 ist demgegenüber nicht imstande die Eier zu töten. Hieraus läßt sich folgern: Entweder wird der Faktor M 35 durch sein intermittierendes Inkrafttreten abgeschwächt, oder die Eier sind imstande sich während der Pausen bis zu einem gewissen Grad von der schädigenden Einwirkung des Faktors M 35 zu erholen.

Daß der an M 35 geknüpfte schädigende Einfluß bei intermittierender Exposition abgeschwächt wird, halte ich für unwahrscheinlich. Daß hingegen ein Organismus sich von einer Schädigung wieder erholen kann, wenn die Ursache der Schädigung wegfällt, ist ein allgemeines Prinzip der organischen Natur. Ich glaube denn auch, daß die Möglichkeit dieser Entwicklung unter intermittierenden

fatalen Temperaturen sich nur durch die Erholungsfähigkeit der Eier erklären läßt.

Auch der zweite obenerwähnte Versuch sei hier kurz herangezogen, da er dem Gesagten etwas zu widersprechen scheint: Wurden die frisch abgelegten Eier zunächst bei 3,5 ° C gehalten und anschließend einer Temperatur von 35 ° C ununterbrochen ausgesetzt, so schlüpften nach 6 Tagen noch einige Raupen. Obschon demnach M 35 hier ununterbrochen wirkte, war dennoch die Entwicklung einzelner Eier bis zum Schlüpfen möglich. Offenbar hat hier der anfänglich mehrtägige Aufenthalt der Eier bei ganz niederen Temperaturen (von 3,5 °) diese gegen die fatale Einwirkung von M 35 etwas unempfindlich gemacht. Vielleicht liegt hier eine Änderung der Konstitution vor.

Auf die Frage, wodurch die Sterblichkeit der Eier bei den höheren Temperaturen bedingt ist, wird die Antwort — wenn man sich der Versuche Kozhantschikovs erinnert — lauten müssen, daß die Sterblichkeit hier verursacht ist durch den zu schnellen und zu unregelmäßigen Ablauf gewisser physiologischer Teilprozesse oder auch vielleicht durch das völlige Aussetzen eines derselben. Wenn dies der Fall ist, wirken Temperaturen schädigend nur außerhalb der Zone stärkster Steigerung der Entwicklungsgeschwindigkeitskurve, also oberhalb ca. 25—26 ° und unterhalb 15 °. Ist die Annahme richtig, dann wird ein Alternieren der Temperatur von 35 ° mit einer Temperatur in der Zone zwischen 15—26 ° am günstigsten für die Entwicklung sein. Da weiterhin niedere Temperaturen das Ei bis zu einem gewissen Grad gegen die Einwirkung schädigender hoher Temperaturen resistent machen, wird eine Temperatur von 16 ° als alternierende Temperatur günstiger sein müssen als eine solche von 26 °. Eigentlich müßte sich dieser Einfluß in der Mortalität bemerkbar machen. Aus Tabelle 3 ist das aber schwierig herauszulesen, da die Dauer des Einwirkens des tödlichen Faktors in den verschiedenen Versuchen variierte. Auffallend ist aber die geringe Mortalität von 7 %, wenn Temperaturen von 35 ° mit solchen von 16 ° alternieren.

Auf diese übrigens sehr wichtige Frage kann hier nicht weiter eingegangen werden, da die Zahl der Versuche, die von mir in dieser Richtung durchgeführt wurden, zu spärlich ist, um das Problem einwandfrei zu klären. Immerhin schien es mir notwendig, auf die Möglichkeit einer solchen Erklärung hinzuweisen. —

Schlußfolgerungen.

Im ersten Teil der Arbeit wurde gezeigt, daß schon die Temperaturen, unter denen die Eier der Mehlmotte abgelegt werden, größte Bedeutung für ihre spätere Entwicklung besitzen. Es ließen sich in dieser Hinsicht 3 (vielleicht sogar 4) Zonen auf der Temperaturskala unterscheiden: 1. eine unterste Zone unterhalb 16 °; 2. eine zweite Zone, die den Temperaturbereich von 16—26 ° C umfaßt; 3. eine Zone von 26—32 ° und 4. eine solche, die den Temperaturgrad von 32—33 ° allein

beansprucht. Je nachdem die Ablage der Eier in einer dieser Temperaturzonen erfolgt, zeigt das weitere Verhalten der Entwicklungsdauer und -geschwindigkeit bei verschiedenen Temperaturgraden grundsätzliche Unterschiede. Es ließ sich aus diesen Resultaten folgern, daß bereits durch die Ablagetemperatur die Eier in bestimmter Weise in ihrer Konstitution beeinflußt bezw. in bestimmter Weise angepaßt werden.

Aus Tabelle 2 des zweiten Teiles geht weiter hervor, daß die Anpassung auch während der Entwicklung weiterläuft. Nur ist hier (in Tab. 2) die Temperatur vergleichsweise ein wenig nach unten verschoben. Die Grenze der beiden Zonen liegt, nicht wie im ersten Fall, zwischen 26—27 °, sondern zwischen 23—25 °. Übrigens erscheint es noch unsicher, ob hier noch von Zonengliederung gesprochen werden kann. Andeutungsweise sind zwar in der Entwicklungsdauerkurve 4 Zonen erkennbar. Sie gehen aber relativ gleichmäßig ineinander über, jedenfalls nicht so unvermittelt wie bei der Zonenbildung der Versuche mit verschiedenen Eiablagetemperaturen.

Bei 23 ° erwiesen sich die Eier am anpassungsfähigsten. Oberhalb dieser Temperatur ergaben kleine Temperaturänderungen eine Verzögerung der weiteren Entwicklung. Im übrigen wirkt eine hohe Anfangstemperatur während der ersten Entwicklungshälfte relativ beschleunigend, wenn die weitere Entwicklung unter kühleren Temperaturen stattfindet. Umgekehrt wirkt eine niedere Temperatur während der ersten Entwicklungshälfte verzögernd, wenn die weitere Entwicklung unter höheren Temperaturen stattfindet.

Wie gezeigt werden konnte, läßt sich diese Tatsache auch mit Hilfe der J a n i s c h schen Hypothese erklären. Da sich aber bei den Versuchen mit regelmäßig alternierenden Temperaturen zeigte, daß die Ergebnisse mittels dieser Theorie nicht interpretiert werden können, glaube ich, daß sie auch für die Deutung der übrigen Beobachtungen nicht in Betracht kommt.

Daß einseitige Anpassung an bestimmte Außenbedingungen in der Natur nichts Ungewöhnliches ist, wurde schon erwähnt: Pflanzen ein und derselben Art beispielsweise, die lange Zeit in einer feuchten Umgebung gehalten und dann plötzlich in eine trockene Atmosphäre überführt werden, kümmern mehr oder minder stark, während sie, wenn sie immer in trockener Umgebung lebten, in dieser recht gut gedeihen. Ähnliche Tatsachen sind aus dem Tierreich bekannt. —

Da, wie weiterhin gezeigt werden konnte, die Mortalität der Mehlmotteneier nicht von der Entwicklungsgeschwindigkeit abhängt, in der Weise, wie J a n i s c h annimmt, so bleibt noch die Frage zu klären, ob nicht vielleicht ein anderweitiger Zusammenhang dieser beiden Erscheinungen besteht.

Die Sterblichkeit ist von vielen Faktoren abhängig, die auf den Lebensprozeß der Eier einwirken. Da auch die Entwicklungsgeschwindigkeit von diesem Prozeß abhängt, ist es klar, daß Entwick-

lungsgeschwindigkeit und Mortalität in ihrem Verlauf vielfach gemeinsame Züge aufweisen werden. Namentlich wird dies der Fall sein bei der Entwicklung im überoptimalen Temperaturbereich. Betrachten wir beispielsweise den tödlich wirkenden Faktor M (35). Je länger er wirkt, desto mehr wird der Organismus geschädigt. Je größer die Schädigungen sind, desto höher wird der Sterblichkeitsprozentsatz. Wird aber der Organismus geschädigt, so verläuft natürlich die Entwicklung der Eier unter größeren Schwierigkeiten als gewöhnlich. Dies kann zur Folge haben, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit gehemmt wird, und eine Verzögerung der Entwicklung eintritt. Die Schädigung braucht natürlich nicht sofort in Erscheinung zu treten. Es wird dies von jenen Teilen des Organismus abhängen, die am meisten unter der Schädigung zu leiden haben. Wenn beispielsweise die geschädigten Teile, für die Entwicklung eines bestimmten Stadiums von untergeordneter Bedeutung sind, so ist es nicht ausgeschlossen, daß zunächst selbst bei kurz dauernden überoptimalen Temperaturen noch eine gewisse Beschleunigung der Entwicklung eintreten kann, in ähnlicher Weise wie das oben ausgeführt worden ist. Ist die Entwicklung aber so weit fortgeschritten, daß die geschädigten Teile für das betreffende Stadium von besonderer Bedeutung sind, so muß die Entwicklung logischerweise gehemmt werden und eine Verzögerung der Entwicklungsgeschwindigkeit eintreten.

Jene Eier, welche sich in Temperaturen entwickelten, die regelmäßig zwischen 35 ° und 30 ° C schwankten, zeigten laut Tabelle 3 eine relative Beschleunigumng der Entwicklungsgeschwindigkeit. Im weiteren Verlauf ihrer Entwicklung als Raupe ergab sich, daß diese postmetabole Entwicklung erheblich verzögert wurde.

Nach Durchlaufen des Eistadiums bei 30—35 ° wurden die jungen Raupen bei 28 ° weitergezüchtet. Zu der Zeit, wo jene Raupen, welche auch schon als Ei konstant bei dieser Temperatur aufgezogen worden waren, sich schon bis zum Falter entwickelt hatten, waren die Versuchstiere, die ihre Eizeit bei 30—35 ° verbracht hatten, erst halb erwachsen. Aus technischen Gründen ließ sich leider eine Beobachtung der verschiedenen Stadien nicht durchführen, da alle Raupen, die ich anfangs zur Kontrolle vorsichtig ihren Gespinsten entnommen hatte, schon nach kurzer Zeit unter Erscheinungen starben, die auf eine Infektion mit *Bacillus thuringensis* Berl. schließen ließen. [1])

Wie schon erwähnt, wird der Organismus um so mehr geschädigt, je länger der Faktor M (35) einwirkt. Da eine größere Schädigung auch eine größere Verzögerung der Entwicklung verursachen muß, wird die Entwicklungsgeschwindigkeit bei längerer Einwirkungsdauer von M (35) immer mehr verzögert.

Die schädigende Wirkung des Faktors M wird aber nicht nur mit der Dauer seiner Einwirkung vergrößert, sondern auch mit seiner

[1]) Vgl. Escherich 2a.

Entfernung vom physiologischen Optimum. So ist M (35 °) noch nicht imstande, bei einer konstanten Einwirkung alle Eier vor dem Schlüpfen zu töten. Vermutlich besteht auch schon unterhalb dieser Temperatur eine schädigende Einwirkung. In diesem Fall ist die Schädigung im Eistadium selbst schwerer feststellbar, doch wird sich im Verlauf der postembryonalen Entwicklung diese Schädigung durch Verzögerung der Entwicklung bemerkbar machen.

Hier kann wieder an Janischs Hypothese angeknüpft werden. Man wird für die Wirkung der überoptimalen Temperaturen mit einer Entwicklungsgeschwindigkeit rechnen können, die einem gleichmäßig verzögerten Prozeß entspricht. Die vorzeitige Mortalität, die sich hierbei zeigen wird, ist dann aber nicht abhängig von der bis zu 0 verzögerten Entwicklungsgeschwindigkeit (wie das Janischs Hypothese annimmt), sondern die Wirkung eines schädigenden Faktors, welcher den Organismus so beeinflußt, daß durch ihn gleichzeitig auch die Entwicklungsgeschwindigkeit gehemmt wird.

Durch das Vermögen der Eier, von dem zu Beginn dieses Abschnitts die Rede war, und das vielleicht auch den älteren Entwicklungsstufen eignet, sich bestimmten Extremtemperaturen anzupassen, wird die schädigende Wirkung der M-Faktoren teilweise aufgehoben. Diesem Umstand ist es vielleicht zuzuschreiben, daß bei den im ersten Teil der Arbeit erwähnten Payneschen Versuchen die Entwicklungsgeschwindigkeit oberhalb der für die Eiproduktion optimalen Temperatur immer noch zunimmt.

Im großen ganzen lassen sich aus den vorliegenden Versuchen, obwohl ihre Anzahl relativ beschränkt bleiben mußte, über den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung des Mehlmotteneies folgende Schlüsse ziehen:

1. Höhere Temperaturen haben eine beschleunigende, niedere eine verzögernde Wirkung, wenn die Entwicklung bei einer anderen Temperatur weiterläuft.

2. Die Mehlmotteneier haben das Vermögen, sich in ihrer Entwicklung an bestimmte konstante Temperaturen anzupassen. Dieses Vermögen ist günstig für die Entwicklung bei konstanten, namentlich überoptimalen Temperaturen, ungünstig aber, wenn das Versuchsmaterial noch einige Zeit in einer anderen Temperatur verweilt.

3. Temperaturen außerhalb der „optimalen Zone" schaden früher oder später dem Organismus. Sie können aber, wenn diese Schädigung einen gewissen Grad nicht überschritten hat, unter Umständen vom Organismus wieder ausgeheilt werden.

Nachtrag.

Neben den geschilderten Versuchen wurden einige der Zuchten bis zum Schlüpfen der Falter weiter verfolgt. Infolge Ausbruchs der Bakterienkrankheit, die eine regelmäßige Beobachtung während der ganzen Entwicklungszeit verhinderte, besitzen die Ergebnisse mehr orientierenden Charakter.

Zunächst seien kurz die Versuche erwähnt, bei denen die Raupen- und Puppenzeit unter 28 ° verläuft, während die Eier alternierenden Temperaturen unterworfen waren. Daß Temperaturschwankungen zwischen 30 und 35 ° während der Eiperiode sich in der Gesamtentwicklung unter diesen Bedingungen verzögernd auswirkten, wurde bereits erwähnt. Hier tritt die Einwirkung von M (35) insofern deutlich in Erscheinung, als dieser Faktor im ganzen nur 1,7 Tage lang die Eier beeinflussen konnte.

Die Versuchstiere, welche im Eistadium regelmäßigen Temperaturschwankungen zwischen 30 ° und 5 ° ausgesetzt waren und die als Raupe bei 28 ° weitergezüchtet wurden, schlüpften zu derselben Zeit wie jene, die während ihrer Gesamtentwicklung mit Einschluß des Eistadiums ununterbrochen bei 28 ° verweilten. Der Faktor M (5 °), welcher im ganzen 4 Tage einwirkte, schädigt mithin während dieser Zeit den Organismus nicht derartig, daß eine Verzögerung der Entwicklungsgeschwindigkeit eintritt.

Schließlich sei noch kurz auf einige Versuche verwiesen, bei denen die Tiere ihre Gesamtentwicklung unter schwankenden Temperaturen vollendeten. Es handelt sich hierbei um Temperaturschwankungen zwischen 8 ° und 34 °; 10 ° und 30 °; 12 ° und 28 °; 18 ° und 24 °. Dem Mittelwert aller dieser Temperaturen entspricht eine solche von 21 ° C, bei welcher auch unter konstanten Bedingungen einige Kontrollzuchten liefen. Die Entwicklungszeiten bei den schwankenden Temperaturen wurden verglichen mit jenen der Kontrollzuchten bei der konstanten Mitteltemperatur von 21 °. Das Ergebnis war folgendes: Annähernd zu gleicher Zeit wie in diesen Kontrollzuchten schlüpften die Falter, die ihre Entwicklung unter schwankenden Temperaturen zwischen 12 ° und 30 °, 14 ° und 28 ° und zwischen 18 ° und 24 ° durchlaufen hatten. Bei der Temperaturschwankung zwischen 32 ° und 10 ° ergab sich für die Gesamtentwicklung vergleichsweise eine größere Verzögerung. Hier schlüpfte der erste Falter 10 Tage später als in den Kontrollzuchten.

Bei den Zuchten unter Temperaturschwankungen zwischen 34 ° und 8 ° (beides Extreme, unter denen für sich allein eine Entwicklung nicht stattfinden kann) war die Verzögerung der Entwicklungsgeschwindigkeit sehr erheblich. Als die oben genannten Versuche bereits sämtlich abgeschlossen waren (14 Tage nach dem Schlüpfen der ersten Falter), waren in diesem Versuch die Raupen noch sehr klein. Ich züchtete sie bei einer konstanten Temperatur von 26 ° C weiter und erhielt 3 Wochen später auch hiervon die ersten Falter.

Literatur.

1. Cook, W. C., Some effects of alternating temperatures on the growth and metabolism of cutworm larvae. Il. econ. Entom. XX, 1927.
2. Eidmann, H., Der Einfluß alternierender Temperaturen auf die Eiraupe der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) nebst Bemerkungen über die epidemiologische Bedeutung dieses Stadiums. Forstwiss. Centralblatt 55, 1933.

2a. Escherisch, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. III, S. 12. Berlin 1931.

3. Hase, A., Über Temperaturversuche mit den Eiern der Mehlmotte (*Ephestia kuehniella* Zell.). Arb. Biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. XV, 1927.
4. Headlee, T. J., Some data on the effect of temperature and moisture on the rate of insect metabolism. Il. econ. Entom. VII, 1914.
5. Janisch, E., Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltfaktoren auf Insekten. I. Die Massenvermehrung der Baumwolleule *Prodenia littoralis* in Ägypten. Z. Morph. u. Ökol. der Tiere XVII, 1930.
6. Ludwig, D., Effects of temperature on the rate of development of the „Jap" beetle (*Popilia japonica* Newm.). Anat. Rec. 34, 121, 1926.
7. Parker, J. R., Some effects of temperature and moisture upon *Melanoplus mexicanus* Saussure and *Camnula pellucida* Scudder. Bull. Univ. Montana Agric. Experim. Sta. 223, 1930.
8. Payne, N. M., The differential effect of environmental factors upon *Microbracon hebetor* Say (Hymenoptera : Braconidae) and its host *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae). Biological Bull. LXV, 1933.
9. Shelford. V. E., Laboratory and field ecology. London 1929.
10. Uvarov, B. P., Insects and climate. Transact. Entom. Society 79. London 1931.
11. Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeitschr. angew. Entom. XIV, 1932.

Zur Kenntnis der Blattschneiderameise Atta sexdens L., insbesondere ihrer Ökologie.

Von

H. Eidmann, Hann.-Münden.

(Mit 5 Tabellen und 45 Abbildungen.)

Teil I.

Inhalt.

Seite

Einleitung 185
1. Das Beobachtungsgebiet 188
2. Geographische Verbreitung 193
3. Entwicklung 195
4. Polymorphismus und Arbeitsteilung 199
5. Das Nest 210
a) Verteilung der Nester 211
b) Nestoberfläche 213
c) Nestbau 218
d) Kanäle 222
e) Hohlräume 226
I. Pilzkammern 227
II. Zentralraum 233
f) Gesamte Nestanlage 236
g) Wachstum der Nester 239

* * *

Einleitung.

Die Blattschneiderameisen (*Attini* F. Sm.) sind in ihrem Vorkommen auf das tropische und subtropische Amerika beschränkt. In ihren höchststehenden Formen (Gattung *Atta* Fabr.) stellen sie in psychologischer wie soziologischer Hinsicht Höhepunkte der Entwicklung im gesamten Insektenreich dar. Ihre Kolonien werden an Individuenzahl kaum von einer anderen sozialen Insektenart übertroffen, und ihre Nester dürften an Ausdehnung und Zweckmäßigkeit der Anlage höchstens noch von einigen hochentwickelten Termitenbauten erreicht werden. Endlich bilden die *Attini* hinsichtlich ihrer Ernährungsweise die Endstufe einer langen

soziologischen Entwicklung innerhalb der Ameisenstaaten, welche von der primitiven Stufe der Jäger und Nomaden mit rein animalischer Ernährung *(Dorylinen)* über die Tierzucht (Trophobiose der blattlauszüchtenden Ameisen) zum Ackerbau (Pilzzucht der *Attini*) führt. Damit haben sich die Blattschneiderameisen von den von der Natur gegebenen Nahrungsmitteln unabhängig gemacht und sind zur künstlichen Nahrungsproduktion übergegangen. Die Analogien, welche in dieser Hinsicht zu der entsprechenden Entwicklung der menschlichen Gesellschaft bestehen, sind naheliegend und unverkennbar. Aus all diesen Gründen ist das große Interesse verständlich, welches man den Blattschneiderameisen in biologischer und soziologischer Hinsicht entgegengebracht hat.

Aber noch aus anderen Gründen ist das Studium der Attinen interessant, ja dringend erforderlich, nämlich vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus. Die Blattschneiderameisen sind infolge ihrer eigenartigen Ernährungsweise die größten Schädlinge der Land- und Forstwirtschaft in Süd- und Zentralamerika. Ein guter Kenner der diesbezüglichen Verhältnisse, J. Wille (1929, S. 405) schreibt darüber: „Durch eigene Beobachtungen und Erfahrungen bin ich zu der festen Überzeugung gekommen, daß die Frage der Bekämpfung der *Atta*-Ameisen das wirtschaftlich wichtigste und in seiner Ausdehnung größte Problem ist, welches die moderne Schädlingsbekämpfung in Südamerika zu lösen hat.“ Fast alle Autoren, welche die Verhältnisse zu beurteilen in der Lage sind, haben sich in ähnlicher oft noch bestimmterer Weise ausgedrückt (u. a. Mann 1916, S. 453; Escherich 1926, S. 594 usw.; Eidmann 1932, S. 154). Auf Grund eigener Anschauung kann ich nunmehr meine Ansicht dahin zusammenfassen, daß die Bekämpfung der Blattschneiderameisen eines der wichtigsten aber auch schwierigsten angewandt entomologischen Weltprobleme darstellt, an dem die deutsche Wissenschaft wie die deutsche chemische Industrie auf das lebhafteste interessiert sein muß. Ich erwähne in diesem Zusammenhang nur, daß unter den zahlreichen Zuschriften und Anfragen, die ich in letzter Zeit wegen der Blattschneiderfrage erhielt, eine war, in der festgestellt wurde, daß das Schicksal und die Zukunft einer deutschen Siedlung in Nordargentinien einzig und allein davon abhängig sei, ob es gelingen werde, die Blattschneiderameisen wirksam zu bekämpfen oder nicht.

Als einer der ersten hat wohl Bates (1863) eingehender über die Biologie der brasilianischen Blattschneiderameisen (*Atta cephalotes* L.) berichtet. Aber erst Belt (1874) hat die Pilzzucht als Grundlage der Ernährung dieser Ameisen und damit die wahre Bedeutung des Blattschneidens erkannt. Später hat Möller (1893) in seinen klassischen Untersuchungen über „Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen“ durch eingehendes Studium der gezüchteten Pilze das Ernährungsproblem der Attinen einwandfrei geklärt und unsere allgemeinen Kenntnisse über die Biologie dieser Ameisen in vielen Punkten erweitert. Die Kolonie-

gründung der Blattschneiderameisen wurde von v. Ihering (1898), Goeldi (1905) und vor allem Huber (1905, 1907 und 1908) untersucht und in allen wesentlichen Einzelheiten klargestellt. Von der neueren Literatur sei besonders die Arbeit von Wheeler (1907) über die nordamerikanischen Pilzzüchterameisen erwähnt, in der insbesondere die Lebensgewohnheiten der primitiven Arten genauer untersucht wurden. In dieser Arbeit befindet sich auch ein ausführlicher historischer Abschnitt, auf welchen hinsichtlich der früheren und frühesten Arbeiten und Überlieferungen über die Blattschneiderameisen besonders hingewiesen sei. In der lateinamerikanischen Literatur (die mir nur zum Teil zugänglich ist) haben die älteren Arbeiten mehr historisches Interesse (Sampaio 1894); die neueren jedoch, wie besonders die vorzüglich ausgestatteten Arbeiten von Bruch (1916, 1917, 1921, 1922), ferner die Arbeiten von Gallardo (1907, 1916) Spegazzini (1921), u. a. enthalten zahlreiche wertvolle Beiträge zur Biologie und Systematik der pilzzüchtenden Ameisen. Zur weiteren Orientierung über die einschlägige Literatur verweise ich weiterhin auf die verschiedenen zusammenfassenden Darstellungen der Biologie der Blattschneiderameisen in den neueren myrmekologischen Werken (Escherich 1917; Wheeler 1910, 1923; Bequaert 1921/22), von denen besonders Bequaert eine kurze und klare Zusammenfassung unserer Kenntnisse über die Beziehungen der *Attini* zu den von ihnen gezüchteten Pilzen mit einem reichhaltigen Literaturverzeichnis gegeben hat.

Trotz dieser relativ reichen Literatur ist unsere Kenntnis der Blattschneiderameisen noch durchaus unzureichend. Viele wichtige Fragen der Biologie dieser wirtschaftlich so bedeutungsvollen Insekten sind noch ungelöst. Die Voraussetzung für eine rationelle Bekämpfung eines Schädlings ist und bleibt aber ein gründliches Studium seiner Biologie. Aus dieser Erkenntnis heraus hatte ich schon früher, insbesondere nachdem ich mich durch eigene Arbeit in das Problem vertieft hatte (Eidmann 1932) weitere biologische Forschung gefordert. In gleichem Sinne hat sich auch Escherich (1929, S. 196) geäußert.

Ich ergriff daher mit besonderer Freude die Gelegenheit, die sich mir im Jahre 1933 bot, eine Forschungsreise nach Brasilien zu unternehmen, mit dem Ziel, die Biologie der Blattschneiderameisen zu studieren. Die vorliegende Arbeit enthält die Ergebnisse meiner Beobachtungen und Untersuchungen an der Blattschneiderameise *Atta sexdens* L., welche ich auf dieser Reise durchgeführt habe. Über die Beziehungen dieser Ameise zu anderen Tieren, insbesondere über die Mitbewohner des Nestes und die Gastverhältnisse werde ich später noch gesondert berichten.

Ich danke allen denen, welche mich bei der Durchführung meiner Arbeiten unterstützt haben. In erster Linie gilt mein Dank der Fahlberg-List, A.-G., chemische Fabrik in Magdeburg, welche mir die Durchführung meiner Reise durch einen erheblichen Unkostenzuschuß ermöglichte. Für die meinen wissenschaftlichen Bestrebungen gütigst bewiesene Förde-

rung sage ich ferner meinen ergebensten Dank den brasilianischen Behörden, sowie dem Gesandten des deutschen Reiches in Brasilien. Ferner danke ich in gleicher Weise Herrn Dr. A. Neiva, Herrn Dr. A. M. da Costa Lima und Herrn Pater Th. Borgmeier O.F.M. aus Rio de Janeiro, ferner den Herren M. F. da Cruz und I. F. Zikan von der Biologischen Station des Itatiaya, sowie den Herren des Instituts Oswaldo Cruz und zahlreichen Angehörigen der deutschen Kolonie in Rio, die mich in freundlichster Weise unterstützt haben.

1. Das Beobachtungsgebiet.

Meine Beobachtungen wurden sämtlich in einem relativ eng begrenzten, ökologisch dagegen recht wechselvollen Gebiet gemacht, nämlich dem Sitio San Lucas bei Mendes E.F.C.B., Estado do Rio, über welches ich schon in meiner früheren Arbeit (1932) einige kurze Angaben gemacht habe. Ich hielt mich dort mit wenigen Unterbrechungen in der Zeit vom 4. September bis 4. November 1933 auf und kann meine früheren Angaben nunmehr auf Grund eigener Anschauung ergänzen und erweitern. Meine Untersuchungen beziehen sich sämtlich, soweit sie hier zur Darstellung gelangen, auf *Atta sexdens* L., die einzige der großen brasilianischen Blattschneiderameisen, welche in dem Beobachtungsgebiet festgestellt wurde und dort, wie in ganz Südbrasilien, der wichtigste Großschädling der Landwirtschaft ist. Da das Vorkommen der Blattschneiderameisen und der Grad ihrer Schädlichkeit in hohem Maße durch ökologische Faktoren bedingt ist, seien hier einige Angaben über das Beobachtungsgebiet und seine ökologischen Besonderheiten vorausgestellt.

Die geographische Lage des Beobachtungsgebietes ist aus Abb. 1 ersichtlich. Es liegt ungefähr 6 km nordöstlich von dem Städtchen Mendes im Staate Rio bei etwa 22°18' südlicher Breite und 43°44' westlicher Länge. Die kürzeste Entfernung zur Meeresküste (Luftlinie) beträgt 46 km, zur brasilianischen Hauptstadt 68 km. Tektonisch gehört das Gebiet zu der ältesten Landmasse des Kontinents, dem brasilianischen Massiv. Es liegt in dem steil zum Meere abfallenden Küstengebirge der Serra do Mar, welche gerade im Staate Rio eine reichere Gliederung aufweist und bei Mendes 516 m Seehöhe erreicht. Das Gebirge hat hier Mittelgebirgscharakter und zeigt mehr oder weniger gerundete Bergkuppen. Hydrographisch gehört das Beobachtungsgebiet zum Flußsystem des Rio Parahyba.

Das Klima ist tropisch, durch die Höhenlage jedoch nach der subtropischen Seite hin verschoben. Es ist charakterisiert durch eine Jahresisotherme von etwa 23° (Juli: 20°, Januar: 26°). Die jährlichen Schwankungen halten sich unter 10°, obwohl die täglichen Schwankungen, wiederum bedingt durch die Höhenlage, beträchtlich sein können. Das Gebiet hat eine einfache, sommerliche Regenzeit, die etwa von August bis

März dauert, doch fallen vereinzelte Regen auch während der Trockenzeit. Die jährliche Niederschlagsmenge dürfte annähernd 2000 mm betragen. Die jahreszeitlichen Klimaunterschiede sind zwar nicht sehr stark ausgeprägt, aber durch die Höhenlage etwas stärker betont als sie es der geographischen Lage nach sein müßten. Sie sind immerhin so stark, daß sie dem Insektenleben, besonders dem Leben der Blattschneiderameisen einen deutlichen Jahreszyklus aufzuprägen vermögen. Im Monat September, welcher dem Beginn des Frühlings und der Regenzeit entspricht, habe

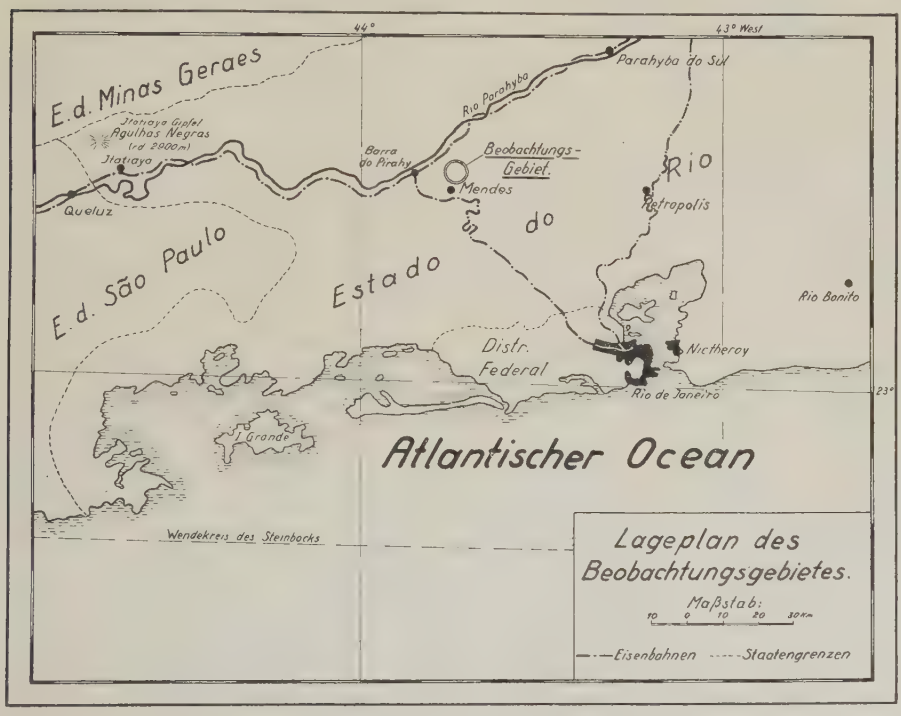


Abb. 1. Geographische Lage des Beobachtungsgebietes.

ich im Beobachtungsgebiet im Jahre 1933 genaue Klimaaufnahmen gemacht. Für diesen Monat ergab sich dabei eine Mitteltemperatur von + 18,4° C und eine Gesamtniederschlagsmenge von 90,7 mm. Abb. 2 zeigt den Gang der drei wichtigsten Klimafaktoren (Lufttemperatur, Niederschlagsmenge und relative Luftfeuchtigkeit), während einer Regenperiode mit nachfolgender Trockenperiode (5.—15. Sept. 1933). Die erheblichen Tagesschwankungen der Temperatur (Maximum am 12. Sept. mit 17°) und Luftfeuchtigkeit an den trockenen Tagen gegenüber den Regentagen sind deutlich zu erkennen.

Der Boden ist ein tiefgründiger Gneisverwitterungsboden, ein Lateritboden von lehmartiger Struktur mit vorwiegend roten und gelblichen Farbtönen. Nester- und schichtweise findet sich in ihm hier und da Gang-

quarz als Verwitterungsrückstand in Form von mehr oder weniger grobem, scharfkantigem Schotter oder Sand. Infolge der Tiefgründigkeit des Bodens, die darin begründet ist, daß die intensive Verwitterung in Wechselwirkung mit der ursprünglich sehr dichten Pflanzendecke die Abtragung überwiegt, tritt im Beobachtungsgebiet nirgends der nackte Fels zutage. Nur vereinzelt fanden sich auf der Sohle der in die Höhenzüge tief einschneidenden Seitentäler mächtige, gerundete Felstrümmer aus Gneis. Nicht unerwähnt lassen möchte ich die auffallend starke Versäuerung des Bodens (pH in H_2O akt. Azidität = 4 bis 4,3).[1]) Der dichtlagernde lehmartige Lateritboden ist ein vorzügliches Substrat für die riesigen Nester der Blattschneiderameisen. Man hat den Eindruck, daß die mächtigen und komplizierten Hohlraumsysteme, die ein Nest von *A. sexdens* darstellen, eigentlich nur in solchem Boden möglich sind und entstehen konnten. Tatsächlich vermeiden die Ameisen auch sorgfältig jede Sand- und Schotter-Enklave im Boden. Wo der Boden, wie es im Beobachtungsgebiet und seiner Umgebung auf weiten Flächen der Fall ist, seiner schützenden Pflanzendecke durch Rodung des Waldes beraubt ist, können die erodierenden Kräfte ungehemmt wirksam werden, und man sieht dann häufig Bergrutsche und tiefe Erosionsrinnen. Interessant ist es, daß hierbei vielfach *Atta*-Nester, in welche das Wasser nun ungehindert eindringen konnte, der Ausgangspunkt derartiger Bildungen sind.

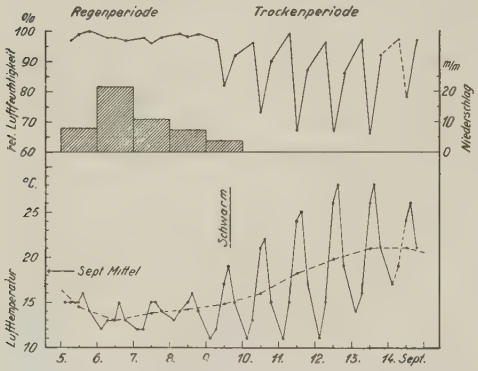


Abb. 2. Gang der wichtigsten meteorologischen Faktoren während einer Regen- und Trockenperiode im Monat September 1933 im Beobachtungsgebiet.

Die untere Darstellung zeigt die Lufttemperatur, dabei ist der tatsächliche Gang durch eine ausgezogene Linie, die Tagesmittel durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Das Monatsmittel ist links angegeben.

Auch die Pflanzenwelt hat tropisches Gepräge. Die vom Passat überwehte niederschlagsreiche atlantische Abdachung des brasilianischen Berglandes, in der das Beobachtungsgebiet liegt, wurde ursprünglich von tropischem Regenwald eingenommen. Dieser Wald, von dessen früherer Existenz sich jetzt noch überall Zeugen in Gestalt mächtiger, eisenharter Baumstümpfe finden, wurde in der 2. Hälfte des vorigen Jahrhunderts zum größten Teil abgeholzt, um der Kaffeekultur Platz zu machen. Letztere wurde in der Umgebung von Mendes vor etwa 40 Jahren wieder aufgegeben, Reste davon finden sich noch im Beobachtungsgebiet in Ge-

[1]) Für die Untersuchung der von mir mitgebrachten Boden- und Gesteinsproben bin ich Herrn Kollegen Prof. Dr. Süchting, Hann. Münden, zu herzlichem Dank verpflichtet.

stalt zahlreicher verwilderter Kaffeesträucher. Das Gelände hat sich dann, soweit es nicht anderweitig in Kultur genommen oder für Weideland freigehalten wurde, wieder mit Wald bedeckt, der heute vor allem die weniger leicht zugänglichen Höhenrücken einnimmt. Dieser Zweitwald ist zwar an Artenzahl, insbesondere hinsichtlich seiner Epiphytenflora, erheblich ärmer als der primäre Urwald (Kolkwitz, 1933), steht ihm jedoch in dem Gewirr der Stämme und in seiner Undurchdringlichkeit nicht nach. Im Beobachtungsgebiet setzte sich der Wald in seinen Hauptbestandsmitgliedern zusammen aus verschiedenen Akazien und Mimosenarten (u. a. bes. *Piptadenia communis* Benth.), ferner aus zahlreichen Palmenarten, Musaceen und den charakteristischen Cecropien. Auf den Höhenrücken selbst herrscht vielfach Bambus vor, der oft zu mächtigen Dickichten zusammentritt. Die mit zahlreichen Epiphyten (vorwiegend Bromelien und Orchideen) bewachsenen herrschenden Bestandsmitglieder sind von einem dichten Gewirr von Lianen (meist *Bauhinia*-Arten) der verschiedensten Stärke überwuchert und miteinander verbunden, die im Verein mit dem dichten Unterwuchs das Eindringen in den Wald sehr erschweren. Die Bodenflora ist im Waldinnern im allgemeinen spärlich und fehlt stellenweise völlig.

Unterhalb dieser Wälder zieht sich in der Regel ein breiter Streifen steppenartigen Graslandes hin, dem zahlreiche Termitenhügel ein sehr charakteristisches Aussehen verleihen, und der vorwiegend als Weideland genutzt wird. Die Talsohle, welche an sumpfigen Stellen von einem dichten Schilfdickicht (vorwiegend *Typhaceen*) bedeckt ist, dient meist der Landwirtschaft. Besonders werden Reis, Mais, schwarze Bohnen, Zuckerrohr, Ananas und Obst angebaut. Unter letzterem spielen Zitronen, Orangen, Feigen, Maulbeer- und Melonenbäume (*Carica*) sowie Bananen eine große Rolle; sie wurden auch vielfach halb verwildert in den tieferen Lagen angetroffen.

Die Tierwelt macht durch ihre Mannigfaltigkeit und Formenfülle auf den Beobachter einen faszinierenden Eindruck, insbesondere durch die zahlreichen, für das neotropische Gebiet endemischen Arten. Die Säugetierfauna des Beobachtungsgebietes ist infolge der fortschreitenden Bodenkultur verarmt. Besonders die größeren Vertreter dieser Gruppe (Ameisenbär, Faultier, Jaguar, Huftiere, Affen usw.) sind durch die zunehmende Besiedelung und das Fehlen großer zusammenhängender Waldkomplexe verschwunden oder selten geworden. Die kleineren Arten führen ein verstecktes Dasein, so daß sie im Gesamtbild der Fauna weniger in die Erscheinung treten. Am häufigsten beobachtet wurden Beutelratte (*Didelphis marsupialis aurita* Wied.) und Gürteltier (*Dasypus novemcinctus* L.). An Nagetieren wurden festgestellt Aperea (*Cavia porcellus* L.), Paka (*Coelogenys paca* L.), Baumstachelschwein (*Coëndu villosus* F. Cuv.) und Mäuse (*Oryzomys flavescens* Waterhouse); an Raubtieren Grison (*Grison furax* Thos.) und Nasenbär (*Nasua rufa* Desm.). Erwähnt seien

auch die Fledermäuse, von denen *Hemiderma perspicillata* L. die häufigste sein dürfte. Weit mehr als die Säugetiere treten die Vögel durch ihre Zahl, Farbenpracht und Stimme als belebendes Element in den Vordergrund. Kolibris und Papageien, erstere in relativ großer Artenzahl, fallen vor allem auf, ferner die großen Tagraubvögel (*Cathartidae* und *Falconidae*). Den Hauptanteil der Ornis des Beobachtungsgebietes bilden an Arten und Individuenzahl die Finken, Tyrannen und Tangaren. Beobachtet wurden ferner Zwergtauben, Kuckucke (*Piaya cayana macroura* Gambel und *Crotophaga ani* L.), Eulen (*Otus choliba* Vieill.), Nachtschwalben (*Nyctidromus albicollis derbyanus* Gould), Töpfervögel (*Furnariidae*), echte Schwalben, Drosseln, Icteriden, Coerebiden und Cyclarhiden. Dazu kommen noch als echte Waldvögel Hokkos (*Cracidae: Penelope* sp.) und Spechte (*Veniliornis affinis* Swains.). Die Reptilien sind vertreten durch eine

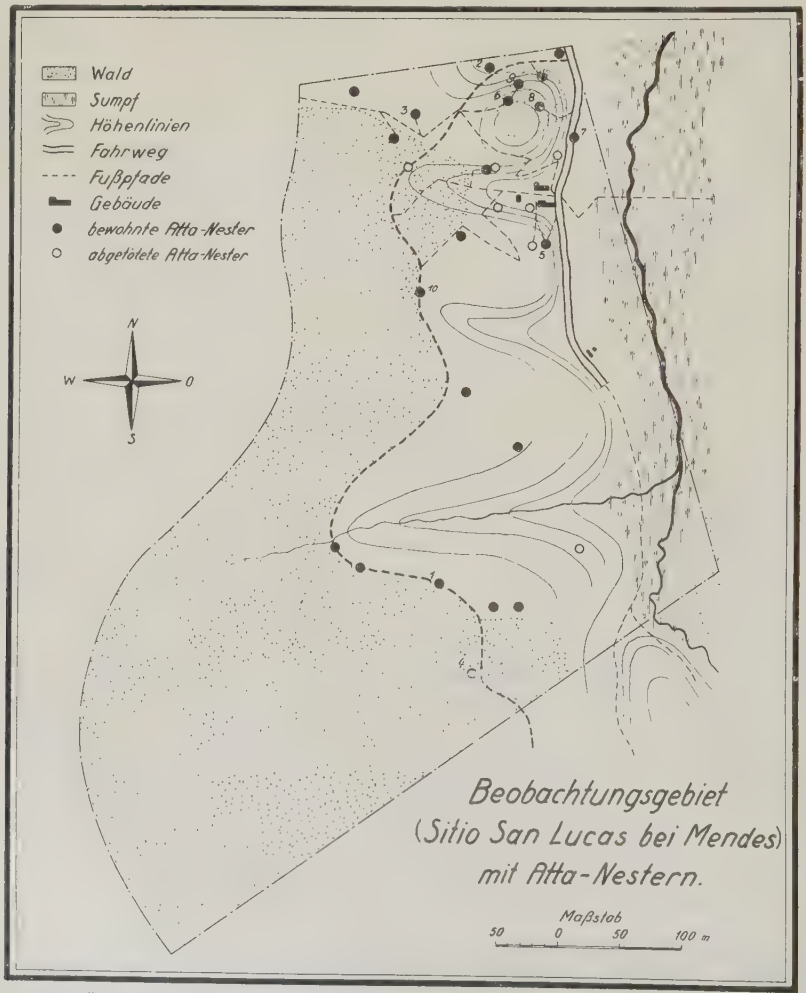


Abb. 3. Übersichtskarte des Beobachtungsgebietes mit sämtlichen Nestern von *Atta sexdens* L.

große Zahl von Eidechsen und Schlangen. Unter ersteren als mächtigster Vertreter der Teju (*Tupinambis teguixin* L.) und als häufigste Art eine Scincide (*Mabuya dorsivittata* Cope); unter letzteren vor allem die Familie der Colubriden. Die Amphibien sind durch verschiedene Froschlurche, vor allem Kröten und Baumfrösche vertreten. Aus der überwältigenden Fülle der wirbellosen Tiere seien hier nur die Insekten erwähnt, die alle Biotope bevölkern. Ihre sich stets erneuernden Massen bilden für viele der höheren Tiere ein unerschöpfliches Nahrungsreservoir. Ich erwähne hier nur die Orthopteren, Termiten und Ameisen als häufigste und auffallendste unter ihnen wenigstens zurzeit meines dortigen Aufenthaltes. Von den in dieser kurzen Übersicht erwähnten höheren Tieren kommen, was in diesem Zusammenhang nicht unwichtig ist, viele als Feinde und Vertilger der Blattschneiderameisen, in erster Linie der ausschwärmenden Weibchen in Frage.[1])

Über die Physiographie des Beobachtungsgebietes gibt in den wesentlichen Zügen Abb. 3 Aufschluß. Es ist daraus ersichtlich, daß das Sitio S. Lucas den Abhang eines Höhenzuges, in welchen drei kleine Seitentäler einschneiden, von der Talsohle bis zur Wasserscheide umfaßt. Die Talsohle, welche von einem kleinen Bach durchströmt wird und größtenteils sumpfigen Charakter hat, liegt etwas über 500 m hoch und wird von den höchsten Punkten des Höhenrückens um 100—120 m überragt. Die höher gelegene Hälfte der Gesamtfläche ist von dem oben beschriebenen urwaldartigen Zweitwald bedeckt, daran schließt sich talwärts ein breiter Gürtel von Grasland. Ackerland ist fast nicht vorhanden.

2. Geographische Verbreitung.

Die pilzzüchtenden Ameisen (Tribus *Attini* F. Sm.) sind in ihrem Vorkommen auf die Tropen und Subtropen der neuen Welt beschränkt. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich mit seinen äußersten Ausläufern ungefähr von 40° nördlicher bis 40° südlicher Breite, umfaßt also den größten Teil des neotropischen und den Süden des nearktischen Faunengebietes. Die Gattung *Atta* Fabr. (*sensu stricto* [Emery 1922], ohne die früher [Wheeler 1921/22 u. a.] noch dazu gerechneten Untergattungen *Acromyrmex* Mayr. und *Moellerius* For., die heute im allgemeinen zur selbständigen Gattung *Acromyrmex* Mayr. vereinigt werden), welche die größten und wirtschaftlich wichtigsten Arten der pilzzüchtenden Ameisen enthält, geht nicht ganz soweit nördlich und südlich. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich etwa bis zum 30. Breitengrad beiderseits des Äquators mit dem Schwergewicht im tropischen Südamerika (Abb. 4) Die nörd-

[1]) Für die Bestimmung meiner Wirbeltierausbeute bin ich Herrn Prof. Dr. Pohle, Berlin (Säugetiere), Prof. Dr. Laubmann, München (Vögel) und Prof. Müller, München (Reptilien und Amphibien) zu Dank verpflichtet.

lichste Art (*Atta texana* Buckl.) ist aus Texas U. S. A. bekannt, die südlichste (*Atta vollenweideri* For.) bewohnt Nordargentinien und Paraguay.

Atta sexdens L. ist gemeinsam mit *Atta cephalotes* L. bereits im Jahre 1758 als erste Blattschneiderameise von C. v. Linné (Systema Naturae, Ed. 10a, Bd. 1, p. 581) unter dem Namen *Formica sexdens* beschrieben worden. Aus diesem Grunde, wie auch wegen der Größe ihres Verbreitungsgebietes und ihrer enormen wirtschaftlichen Bedeutung können die beiden Arten geradezu als Prototyp der Blattschneiderameisen gelten. Das Verbreitungsgebiet von *A. sexdens* umfaßt nach der einschlägigen Literatur (Emery 1922; Borgmeier 1927) ganz Brasilien von Guyana bis zum La Plata-Gebiet und dürfte sich wahrscheinlich noch westwärts bis in die östlichen Teile von Paraguay und Bolivien erstrecken (Abb. 4). Nach Mann (1916), der *A. sexdens* für die wirtschaftlich weitaus wichtigste aller Ameisen hält, kommt diese Art in den tropischen Gebieten ganz Südamerikas vor. Er fand sie westwärts noch bei Porto Velho, an der Grenze der Provinz Amazonas und Matto Grosso. Das Verbreitungsgebiet von *A. sexdens* deckt sich somit ungefähr mit dem von *A. laevigata* F. Sm.; nach Norden schließen sich an *A. colombica* Guérin und *cephalotes* L., nach Süden *A. vollenweideri* For. Über die vertikale Verbreitung von *A. sexdens* liegt mir persönlich nur eine Beobachtung aus dem Gebiet des höchsten Berges Brasiliens, des Itatiaya in der Serra da Mantiqueira, vor. Ich fand dort *A. sexdens* bis zu einer Höhe von rund 1200 m. In meinem Beobachtungsgebiet war *A. sexdens* die einzige Vertreterin der Gattung *Atta*. Allerdings erhielt ich während meines dortigen Aufenthaltes von einem nur 2 Stunden entfernten Fundort ein lebendes Exemplar von *A. laevigata*, so daß ich vermute, daß sich die beiden Arten lokal in ihrem Vorkommen gegenseitig ausschließen.

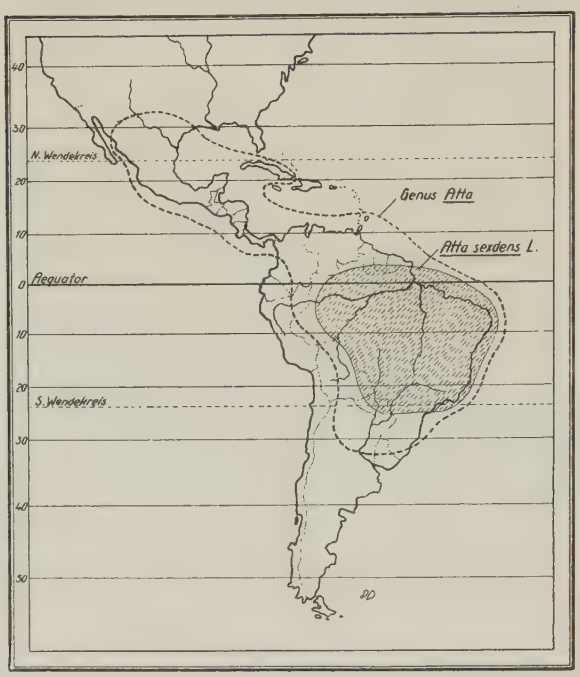


Abb. 4. Geographische Verbreitung der Gattung *Atta* und der Spezies *Atta sexdens*.

Hinsichtlich der einzelnen Arten der Gattung *Atta*, insbesondere ihrer Bewertung als selbständige Arten oder Unterarten resp. Varietäten, sowie auch hinsichtlich ihrer Verbreitungsgrenzen herrscht noch viel Unklarheit, so daß ich eine Revision der Gattung *Atta*, besonders im Hinblick auf deren große wirtschaftliche Bedeutung als Grundlage für alle weiteren Untersuchungen für dringend erforderlich halte.

3. Entwicklung.

Meine Beobachtungen wurden im September und Oktober gemacht. Für die südliche Halbkugel sind dies die ersten Frühlingsmonate. Obwohl im tropischen Nordbrasilien die jahreszeitlichen Unterschiede des Klimas mehr oder weniger verwischt sind, sind sie im Süden, insbesondere in den Höhenlagen, wenn auch nicht sehr ausgesprochen, so doch immerhin bemerkbar. Dies trifft, wie oben erwähnt, für mein Beobachtungsgebiet zu und prägt sich im Leben der *Atta*-Kolonien in einem jahreszeitlichen Zyklus aus, der besonders in der Entwicklung der Nachkommenschaft zum Ausdruck kommt. Es wäre denkbar, daß in den nördlichen Teilen des Verbreitungsgebietes von *A. sexdens*, etwa den Niederungen des Amazonas-Gebietes, dieser Jahreszyklus entsprechend dem gleichmäßigen Tropenklima unterdrückt ist.

Ende September fand ich in den von mir ausgegrabenen und untersuchten *Atta*-Nestern:

1. Eier und Junglarven in geringer Zahl.
2. Alte erwachsene Larven, Präpuppen und Puppen. Letztere waren teilweise schon weitgehend verfärbt und standen vor dem Schlüpfen, ebenso fanden sich zahlreiche an ihrer blaßgelben Färbung kenntliche frisch geschlüpfte Arbeiter und Soldaten.
3. In den alten Nestern geflügelte junge Geschlechtstiere beiderlei Geschlechts.

Es fehlten Larven mittlerer Größe und ebenso Larven und Puppen von Geschlechtstieren.

Aus diesen Befunden kann geschlossen werden, daß der größte Teil der Brut kurz vor der Vollendung seiner Entwicklung stand. Die alten Larven und Puppen stammten von einer früheren Eiablage und hatten überwintert, um sich im Frühjahr zu verpuppen und Imagines zu ergeben. Eier und Puppen, also latente Entwicklungsstadien, überwintern, wie ich aus zahlreichen Beobachtungen in der nördlichen gemäßigten Zone mit Sicherheit entnehmen kann, niemals in den Ameisenkolonien. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß die Verpuppung der in den Nestern vorgefundenen Puppen erst nach der Überwinterung erfolgt ist, und daß ebenso die Eiablage erst vor kurzem eingesetzt hat. Das Fehlen von Larven mittlerer Größe stellt dies außer Zweifel.

Hierfür spricht weiter die Untersuchung der Ovarien einer alten Königin. Es sei hier vorausgeschickt, daß die Kolonien von *A. sexdens* nach meinen Beobachtungen stets monogyn sind, also nur eine einzige alte Königin, die Stammutter der Kolonie enthalten. Es gelang mir, am 30. September die Königin einer riesigen alten Kolonie zu erbeuten, was deshalb als besonderer Glücksfall angesehen werden muß, weil die Individuenzahl einer solchen Kolonie sich auf mehrere Millionen belaufen dürfte. Dadurch wird das Auffinden der Königin sehr erschwert, zumal diese keinen festen und leicht auffindbaren Wohnsitz im Nest hat. Die Ovarien dieser Königin füllten das Abdomen fast vollständig aus. Die sehr langen Eischläuche enthielten Eianlagen aller Stadien und waren in ihren untersten Abschnitten mit zahlreichen legereifen Eiern gefüllt, die auch schon in die Oviducte übergetreten waren. Auch dieser Befund deutet also darauf hin, daß eine neue Legeperiode eingesetzt haben mußte.

Im Gegensatz zur Arbeiterkaste müssen sich die Geschlechtstiere bereits vor dem Beginn des Winters fertig entwickelt haben, sonst hätten Puppen, oder wenigstens frisch geschlüpfte Exemplare gefunden werden müssen. Das Überwintern der jungen Geschlechtstiere kommt auch bei anderen Ameisen vor und wurde von mir besonders für die Gattung *Camponotus* festgestellt (Eidmann 1928, S. 245; 1933, S. 213). Im vorliegenden Fall erscheint die Überwinterung der fertigen Geschlechtstiere deshalb zweckmäßig und erforderlich, weil bereits im Anschluß an die ersten Frühjahrsregenfälle das Ausschwärmen zum Hochzeitsflug und zu anschließender Koloniegründung durch die jungen Weibchen erfolgt.

Das Leben in einer *A. sexdens*-Kolonie wird demnach, wenigstens in den subtropischen Teilen des Verbreitungsgebietes, etwa folgendermaßen ablaufen: Im Frühjahr beginnt die Königin mit der Eiablage und erzeugt wahrscheinlich in kurzer Zeit große Mengen von Eiern. Die daraus hervorgehenden Larven wachsen im Laufe des Sommers heran und überwintern zu einem großen Teil. Sie verpuppen sich im zeitigen Frühjahr und ergeben in kurzer Zeit zahlreiche Arbeiter und Soldaten. Die Kolonien beginnen also das neue Arbeitsjahr mit einer erheblichen Stärkung ihrer Volkszahl, denn die Zahl der überwinterten Larven ist enorm und beläuft sich schätzungsweise auf mehrere Hunderttausend. Die Geschlechtstiere dagegen haben ihre Entwicklung schon vor Beginn des Winters vollendet. Sie überwintern als fertige Imagines und schwärmen im Frühjahr nach den ersten Regenfällen zum Hochzeitsflug und zur Gründung neuer Kolonien aus.

Im Folgenden gebe ich eine kurze Beschreibung der Entwicklungsstadien.

Das Ei ist im Verhältnis zu seiner Erzeugerin wie auch im Vergleich mit anderen Ameiseneiern überraschend klein. Dies ist verständlich, wenn man bedenkt, wie enorm die Eiproduktion der einzigen Königin einer Kolonie sein muß, um die gewaltige Individuenzahl eines Volkes

aufzubauen und zu erhalten. Denn abgesehen von den Dorylinen gibt es meiner Ansicht nach unter den übrigen Ameisen keine, welche so volkreiche Kolonien zu erreichen vermögen wie die großen *Atta*-Arten. Aus diesem Grunde unterbleibt wohl die Ansammlung großer Reservestoffmengen im *Atta*-Ei im Interesse einer raschen und zahlenmäßig großen Eiproduktion.

Das Ei von *A. sexdens* ist weiß und etwa von der Form eines Hühnereies. Die Eischale ist weich, glatt, glänzend und ohne jede Struktur. Die Größe des Eies beträgt etwa 400 : 250 μ. Legereife Ovarialeier sind etwas kleiner und schlanker (350 : 120 μ). Demnach dürfte das Volumen der Eier nach der Ablage, wie das auch von anderen Ameisen bekannt ist, durch das Belecken von seiten der pflegenden Arbeiterinnen eine

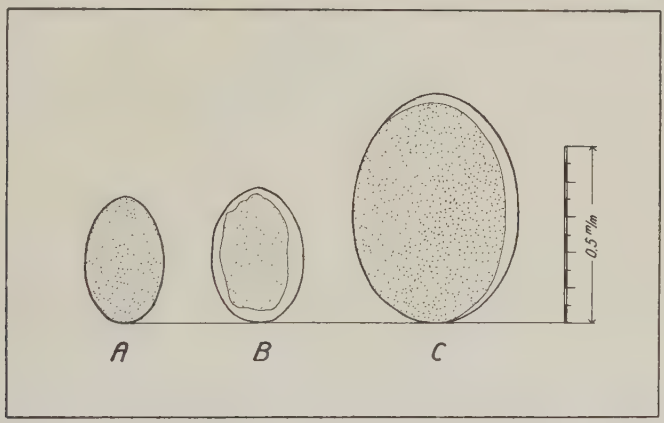


Abb. 5. Eier von *Atta sexdens* zur Darstellung der verschiedenen Größe (in gleichem Maßstabe gezeichnet). A = legereifes Ei aus den Ovidukten einer alten Königin. B = Ei in vorgeschrittenem Stadium der Embryonalentwicklung aus dem Pilzgarten eines alten Nestes. C = ein Ei der ersten Eiablage einer Königin bei der Koloniegründung.

geringe Zunahme erfahren. Dabei hebt sich die Eischale von dem sich entwickelnden Embryo etwas ab. Die kleine Larve verläßt durch ein seitlich genagtes Loch die Eischale.

Sehr interessant ist es, daß die Erstlingseier der jungen Königin erheblich größer sind. Ich konnte zahlreiche derartige Eier aus dem Koloniegründungskessel junger Weibchen nach dem Hochzeitsflug untersuchen. Ihre Größe beträgt im Durchschnitt 650 : 450 μ (Abb. 5). Diese erstaunliche Tatsache des Vorkommens verschieden großer Eier bei ein und derselben Ameisenspecies, ja bei ein und derselben Königin zu verschiedenen Zeiten ihres Lebens ist nicht neu. Sie wurde von mir für unsere einheimische *Lasius flavus* F. zum erstenmal festgestellt (Eidmann 1931). Hier war es allerdings umgekehrt wie bei *A. sexdens*, indem die kleinen Eier nur während der Koloniegründung auftraten. Bei *A. sexdens* erscheint das Auftreten großer Eier während der Koloniegründung insofern verständlich, als zu dieser Zeit die Voraussetzungen für die Beschränkung

der Dotterbildung, wie sie in großen Kolonien bestehen und oben schon angedeutet wurden, noch nicht gegeben sind.

Die Larve von *A. sexdens* (Abb. 6) ist wie alle Ameisenlarven eine bein- und augenlose Made. Am Abdomen lassen sich 10 Segmente unterscheiden, die besonders bei den Junglarven gut ausgeprägt sind, so daß die Larve insgesamt 13 Segmente zählt. Die Larven sind holopneustisch, d. h. sie haben die normale Zahl von 10 Stigmen, von denen 2 dem Thorax (Meso- und Metathorax), der Rest den ersten 8 Abdominalsegmenten angehört.

Die Junglarve ist ziemlich gleichmäßig ventral eingekrümmt und von gelblicher Färbung. Der Kopf ist relativ groß und beborstet, die Kopf-

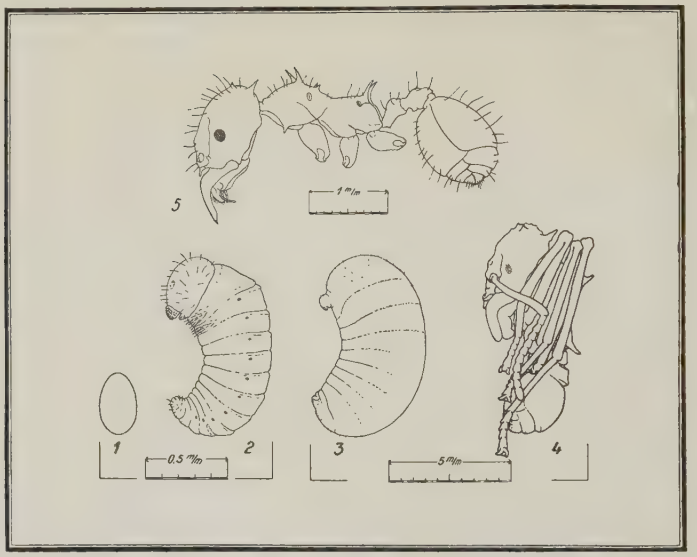


Abb. 6. Die verschiedenen Entwicklungsstadien von *Atta sexdens*.
1 = Ei. 2 = Junglarve. 3 = Altlarve im Präpuppenstadium kurz vor der Verpuppung. 4 = Puppe eines großen ♀. 5 = ♀ mittlerer Größe.

kapsel schwach chitinisiert. Die Antennen sind angedeutet durch warzenförmige Erhebungen, auf welchen sich 2 Sinneshöcker erkennen lassen. Die Mandibeln sind relativ groß und auf ihrer Außenseite dicht bedornt. Sie haben einen schwach gezähnten Kaurand. Der Körper der Junglarve ist mit äußerst feinen, teilweise gruppenartig beieinander stehenden Dörnchen bedeckt. Behaart ist außer dem Kopf nur das letzte Segment in der Umgebung des Afters, sowie die Ventralseite des Pro- und Mesothorax, die eine dichte bürstenartige Beborstung aufweist, welche wohl mit der Nahrungsaufnahme in Zusammenhang stehen dürfte.

Vor der Verpuppung gehen an der Larve eine Reihe von Veränderungen vor sich, und diese wird zur Präpuppe. An ihr fällt der relativ sehr kleine Kopf auf, welcher wie ein kleines Anhängsel vorn an dem

buckelförmig aufgetriebenen Prothorax sitzt. Letzterer enthält in diesem Stadium die Anlage des mächtigen Puppenkopfes, der die Auftreibung verursacht. Die Haut ist in diesem Stadium prall ausgedehnt, die Segmentierung daher besonders in der Abdominalregion kaum kenntlich. Die Behaarung ist spärlich und kurz und beschränkt sich auf den Kopf, den Prothorax und die letzten Abdominalsegmente.

Die Puppe ist eine *Pupa libera* ohne Kokon. Auffallend an ihr ist die starke Skulpturierung des Kopfes; besonders die Scheitelregion ist außer mit den beiden auch der Imago zukommenden Dornen mit zahlreichen Höckern übersät. Eigenartig wirkt im Gesamthabitus der Puppe die große Länge der dicht anliegenden Beine, deren Femoro-Tibialgelenk besonders bei den Puppen der größeren Arbeiter und Soldaten den Kopf noch überragen kann. Die Puppe ist zunächst schneeweiß, die Verfärbung beginnt an den Augen und den Kaurändern der Mandibeln, es folgen die Segmentgrenzen und Extremitäten und schließlich der gesamte Körper. Der frisch geschlüpfte Arbeiter ist von blaßgelber Färbung, die später, besonders bei den größeren Individuen, noch erheblich nachdunkelt.

4. Polymorphismus und Arbeitsteilung.

Über die interessante Erscheinung des Polymorphismus bei den sozialen Insekten, insbesondere den Ameisen, ist schon viel geschrieben worden. Gerade die Gattung *Atta* wird immer wieder als Paradebeispisl für einen besonders stark ausgeprägten inkompletten Polymorphismus angeführt. Derselbe ist dadurch gekennzeichnet, daß große, mittlere und kleine Arbeiterformen auftreten, ohne daß man jedoch eine scharfe Grenze zwischen denselben ziehen kann. „Vom größten bis zum kleinsten läßt sich eine mehr oder weniger vollständige Reihe von Übergängen herstellen; dabei ist der Abstand zwischen den Extremen oft ein ganz enormer, wie z. B. bei der Gattung *Pheidologeton* und den großen brasilianischen *Atta*-Arten, wo die Riesen über 15 mm und die Zwerge kaum 2 mm lang sind“ (Escherich 1917). Die kleinen, mittleren und großen Arbeiterformen werden als *Operariae minimae, mediae* und *maximae* bezeichnet (Wheeler 1923), letztere auch als Soldaten oder Giganten (Goetsch 1929). Bei den großen Blattschneiderameisen unterscheiden die Eingeborenen sogar 4 Größengruppen: Pflegerinnen, Arbeiter, Schlepper und Soldaten (Eidmann 1932), wobei in diesen Benennungen bereits Beziehungen zur Arbeitsteilung zum Ausdruck gebracht sind, auf welche später noch ausführlicher eingegangen wird.

Erst in relativ neuer Zeit hat man versucht, eine genaue Analyse des unvollständigen Polymorphismus bei den Ameisen mit Hilfe exakter, variationsstatistischer Methoden durchzuführen (Arnoldi 1927; Palenitschko 1927; Weyrauch 1933; Kiil 1934). Es wurde dabei in der Weise vorgegangen, daß man besonders variable morphologische Merk-

male, wie namentlich die Körperlänge, die Kopfkapselbreite u. dgl. bei einer möglichst großen Zahl von Individuen einer Kolonie feststellte und auf Grund dieser Messungen die Variationskurve konstruierte. Es ergab sich dabei die interessante und in den meisten Fällen überraschende Tatsache, daß das Variationspolygon häufig deutlich zweigipflig ist, daß also eine Spaltung der Arbeiterkaste in 2 Größengruppen angedeutet ist. Es sei besonders darauf hingewiesen, was bei derartigen Untersuchungen vielfach nicht beachtet wurde, daß eine einwandfreie Analyse des Polymorphismus auf diese Weise nur dann gewonnen werden kann, wenn die gesamte Arbeiterpopulation einer Kolonie ausgemessen wird. Ferner ist zu berücksichtigen, worauf auch Weyrauch (1933, S. 387) aufmerksam gemacht hat, daß die Variabilität der Arbeiterpopulation im Laufe des Lebens einer Kolonie Schwankungen unterworfen ist und charakteristische Veränderungen zeigt. Erst geschlechtsreife Kolonien, also solche, in denen Geschlechtstiere erzeugt werden, zeigen den Polymorphismus in voller Ausprägung.

Um diesen Anforderungen zu genügen, müßte man also, um den Polymorphismus von *A. sexdens* genau zu analysieren, eine Messung sämtlicher Individuen einer alten, geschlechtsreifen Kolonie durchführen. Bei der, selbst für den Myrmekologen, der die Verhältnisse nicht kennt, unvorstellbaren Größe und Individuenzahl einer solchen Kolonie ist dies jedoch nicht möglich. Ich habe daher auf anderem Wege versucht, einen Einblick in den Polymorphismus von *A. sexdens* und seine Beziehungen zur Arbeitsteilung innerhalb der Kolonien zu gewinnen. Bevor ich hierauf eingehe, möchte ich jedoch noch einige morphologische Merkmale der einzelnen Kasten, besonders der verschiedenen Arbeiterformen, kurz erörtern.

Die Arbeiter von *A. sexdens* schwanken in ihrer Körperlänge (Mandibelspitze bei gerade ausgestrecktem Kopf bis Abdomenende) nach meinen Messungen zwischen 3 und 15 mm. Die kleinsten Arbeiter trifft man ausschließlich in den unterirdischen Pilzgärten; sie scheinen selten oder gar nicht ans Tageslicht zu kommen. Auch die größten Arbeiter, die Soldaten, sind für gewöhnlich unsichtbar. Sie kommen aus den Nestern hervor, sobald die geringste Störung verursacht wird. Außer durch die Körpergröße unterscheiden sich die verschiedenen Arbeiterformen noch durch eine ganze Reihe anderer morphologischer Merkmale. Besonders auffallend treten dieselben an der Kopfkapsel und ihren Anhängen in Erscheinung (Abb. 7).

Schon die Gestalt der Kopfkapsel selbst zeigt weitgehende Unterschiede. Bei den Soldaten ist sie ausgesprochen herzförmig, am Scheitel tief eingekerbt, mit fast halbkugelig aufgetriebenen, weit ausladenden Seiten. Sie stellt einen mächtigen Behälter zur Aufnahme der Mandibelmuskulatur, besonders der gewaltig entwickelten *M. flexores mandibularum* dar. Mit abnehmender Körpergröße flacht sich die Scheiteleinkerbung allmählich ab, die Kopfseiten werden mehr gerade gestreckt, die ganze Kopfkapsel erhält

ein schlankes, mehr konisches Aussehen. Dementsprechend ändert sich der Längen-Breiten-Index des Kopfes (das Verhältnis der Länge der Kopfkapsel, in der Medianebene, vom Scheitel bis zum Vorderrand des Clypeus gemessen, zur größten Kopfkapselbreite). Er beträgt für die größten Arbeiter rund 0,7, für die mittleren Arbeiter 0,8 und für die kleinsten Arbeiter 1,0 (♀ = 0,6; ♂ = 0,9).

Auch die Skulptur der Kopfkapsel, besonders die Bedornung und Behaarung, zeigt bei den verschiedenen Arbeitergrößen gleichfalls bemerkenswerte Unterschiede. Bei maximaler Ausbildung finden sich an der Kopf-

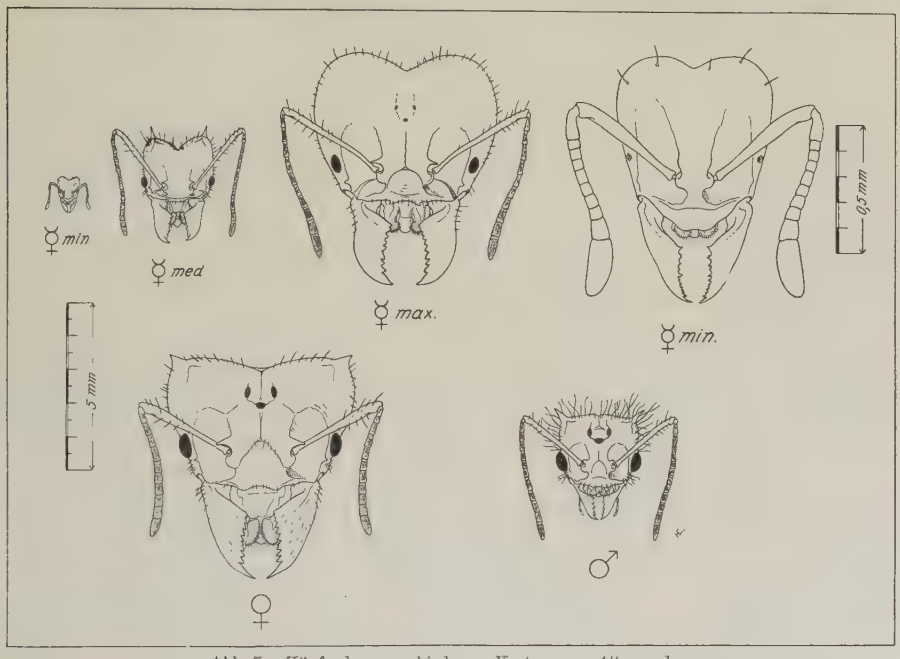


Abb. 7. Köpfe der verschiedenen Kasten von *Atta sexdens*.
Rechts oben ist der Kopf eines kleinsten ♀ in gleicher Größe mit dem Kopf des größten ♀ dargestellt. Im übrigen alle Darstellungen bei gleicher Vergrößerung (Maßstab links).

kapsel von *A. sexdens* 8 Dornen: Je 2 auf der höchsten Erhebung der beiden Scheitelhemisphären und zwar ein großer hinterer und ein kleiner, in manchen Fällen nur angedeuteter vorderer, ferner je ein lateral gerichteter unmittelbar über dem Antennengelenk und ein kleinerer am Außenrand der Antennengrube, über dem Mandibelgelenk. Diese Dornen sind bei den mittleren Arbeitergrößen am stärksten entwickelt, besonders die hinteren Scheiteldorne sind hier von beachtenswerter Länge. Bei den größten Arbeitern sind die Dorne zwar auch vorhanden, aber in relativ weniger starker Ausbildung, und bei den kleinsten Arbeitern fehlt die Bedornung der Kopfkapsel völlig oder ist nur schwach angedeutet. Ähnlich verhält es sich mit den thorakalen Dornen, von denen 4 Paar vorhanden sind, nämlich 1 Paar ventral gerichtete am Basalrand des Pronotum,

2 Paar dorsale auf dem Mesonotum, ein langes vorderes und ein kleineres hinteres, und endlich noch ein Paar auf dem Epinotum (Abb. 6). Auch diese Dorne sind bei den mittleren Arbeitern relativ am stärksten ausgebildet, bei den kleinsten dagegen schwach entwickelt und oft nur als kleine Höcker angedeutet.

Die starke Bedornung der Arbeiterkaste ist biologisch nicht ohne Bedeutung. Ich habe es oft erlebt, daß man sich die Hände blutig reißt, wenn man versucht, an der Kleidung festgebissene Arbeiter oder Soldaten unvorsichtig abzustreifen. Auch gegen viele Insektenfresser scheint die Bedornung ein wirksamer Schutz zu sein. In den zahlreichen, von mir untersuchten Mageninhalten insektenfressender Vögel fand ich niemals *Atta*-Arbeiter. Ich habe auch nie beobachtet, daß an den Schlepppfaden und wenn sie noch so belebt waren, sich Vögel aufgehalten hätten, um die Ameisen aufzupicken, während sich an schwärmenden Nestern regelmäßig Scharen insektenfressender Vögel einfanden, um Jagd auf die nur schwach bedornten Geschlechtstiere, besonders die Weibchen zu machen, deren große, fettgefüllte Hinterleiber sie abbissen. Ein Huhn, das beim Aufpicken von Ameisen beobachtet wurde, vermied sorgfältig die Arbeiter und nahm nur Geschlechtstiere auf. Daß die unterirdisch lebenden kleinen Arbeiter mit ihrer geringen Bedornung dieses Schutzes nicht bedürfen, ist einleuchtend.

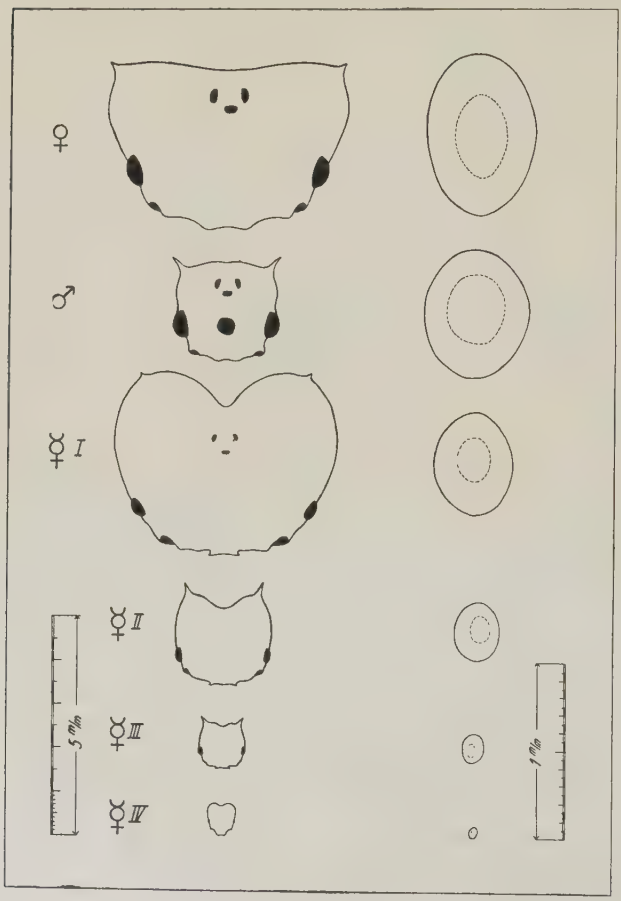


Abb. 8. Größe der Kopfkapseln und der Seitenaugen der verschiedenen Kasten von *Atta sexdens*.
Die linke Reihe zeigt die Umrisse der Kopfkapseln, rechts daneben sind die entsprechenden Seitenaugen stärker vergrößert dargestellt.

Auffallend ist an der Kopfkapsel ferner noch der Unterschied in der Ausbildung der Augen. Die Männchen und Weibchen haben als flugfähige Insekten wie die meisten anderen Ameisenarten wohl ausgebildete Ocellen. Die Arbeiterkaste besitzt diese Organe nicht, mit Ausnahme der größten Arbeiterformen, bei denen noch winzig kleine Stirnaugen vorhanden sind. Damit sind die Soldaten der

großen *Atta*-Arten die einzigen Arbeiterformen, bei denen im Tribus der *Attini* Ocellen auftreten.

Interessanter noch ist die weitgehende Reduktion der Facettenaugen innerhalb der Arbeiterkaste. Über dieselbe geben die in Tabelle 1 niedergelegten Messungen und Zählungen Auskunft, sowie die schematische Darstellung auf Abb. 8. Untersucht wurden außer Männchen und Weibchen 3 Arbeitergrößen (☿ I—IV). Dabei zeigte sich, daß die Königin die größten Seitenaugen hat, daß ihr darin aber das Männchen trotz der erheblich geringeren Kopfgröße nicht viel nachgibt. Die absolute Augengröße der Soldaten (☿ I) erreicht dagegen noch nicht die Hälfte jener der Geschlechtstiere. Innerhalb der Arbeiterreihe nimmt die Augengröße sehr stark ab; sie verläuft jedoch nicht parallel der Abnahme der Körpergröße (resp. Kopfgröße). Die kleinsten Arbeiter (☿ IV) haben winzig kleine, fast punktförmige Seitenaugen mit nur je 2—3 Facetten. Die Reduktion der Facettenzahl ist hier also noch stärker als bei der nahe verwandten *Atta vollenweideri* For., für deren kleinste, nur 2—3 mm lange Arbeiter Bruch (1917, S. 155) 12—15 Facetten angibt. Die kleinsten *Sexdens*-Arbeiter sind also fast blind, ihre Facettenzahl ist nur ein Dreihundertstel jener der Soldaten, trotzdem diese relativ die kleinsten Augen haben (Tabelle 1, letzte Spalte). Auch diese Erscheinung hängt sicher mit der hypogäischen Lebensweise dieser Zwerge zusammen. Interessant ist auch die Abnahme der Facettengröße in der Arbeiterreihe mit abnehmender Körpergröße, die allerdings mit der Abnahme der Augengröße bei weitem nicht

Tabelle 1.

Die Größe der Facettenaugen bei den verschiedenen Kasten von *Atta sexdens* L.

Kaste	Kopfkapsel		Seitenauge			Verhältnis der Kopfkapselgröße zur Augengröße
	Länge mm	Breite mm	Größe mm^2	Facettenzahl	Größe einer Facette μ^2	
♀	3,59	5.49	0,44	830	769	37,4
♂	2,18	2,32	0,34	801	666	12,6
☿ I	3,34	5,07	0,19	321	714	87,4
☿ II	1,76	2,18	0,064	144	588	55,8
☿ III	0,90	0,95	0,016	48	454	51,2
☿ IV	0,63	0,61	0,002	3	—	85,0

Die Messungen und Zählungen sind mit Hilfe eines Mikroprojektionsapparates und Objektmikrometers durchgeführt worden. In Spalte 4 bezieht sich die Größe des Auges auf die Grundfläche; die Wölbung der Oberfläche ist dabei nicht berücksichtigt. Die Facettengröße (Spalte 6) ist in μ^2 angegeben [$1\,\mu^2 = 1$ millionstel mm^2], sie ist für die Facetten der Augenmitte, also der höchsten Erhebung der Augenwölbung berechnet. Die letzte Spalte gibt das Verhältnis der Größe der Kopfkapsel [projiziert auf die Frontalebene] zur Größe der Grundfläche eines Facettenauges an.

Schritt hält, aber vom größten zum kleinsten Arbeiter fast auf die Hälfte herabsinkt. (In der Tabelle ist die Facettengröße für den kleinsten Arbeiter nicht angegeben, da bei der geringen Facettenzahl eine einwandfreie Ermittlung dieser Größe nicht möglich war.)

Unter den Anhängen des Kopfes seien zunächst die Mandibel erwähnt, deren Größen- und Formunterschiede wiederum am besten aus Abb. 7 ersichtlich sind. Besonders auffallend ist der Unterschied zwischen den zierlichen, schmalen und fein gezähnten Mandibeln der kleinsten Arbeiter gegenüber den robusten, breiten und grobzähnigen Mandibeln der Soldaten. Auch hier dürfte der Unterschied wieder funktionell bedingt sein in der subtilen Arbeit der Behandlung der Pilzgärten und der Pflege der Larven durch die kleinen Arbeiter gegenüber der Verwendung der Mandibel als gefährliche Waffe und als Werkzeuge zum Zerschneiden von grobem vegetabilem Material bei den großen Arbeiterformen.

Nicht minder große Unterschiede zeigen die Antennen. Dieselben sind beim Männchen 13gliedrig, bei sämtlichen Weibchenformen 11gliedrig. Sie sind dadurch ausgezeichnet, daß die Geißelglieder nach der Spitze hin gleichmäßig, aber nur wenig an Stärke zunehmen, ohne daß es zur Ausbildung einer Fühlerkeule kommt. Nur die kleinsten Arbeiter machen hiervon eine Ausnahme, indem bei ihnen eine deutliche Keule durch starke Vergrößerung und Verdickung des letzten und vorletzten Geißelgliedes zustande kommt. Außerdem sind hier die Antennen relativ kürzer und dicker als bei den größeren Arbeitern. Übergangsformen scheinen völlig zu fehlen. Die starke Entwicklung der Antennen, besonders der den Sinnesorganen mehr Raum bietenden Endkeule bei den kleinsten Arbeitern ist insofern zweckmäßig, weil bei den Arbeiten in dem lichtlosen Labyrinth der unterirdischen Pilzgärten der Kontaktgeruchssinn zweifellos eine größere Rolle spielt als bei dem Außendienst der größeren Arbeiter, wo dieser Sinn durch optische Eindrücke unterstützt wird.

Im Gesamthabitus der verschiedenen Arbeiterformen fällt ferner noch der Unterschied in der Färbung und Behaarung auf. Die Färbung variiert vom dunklen kastanienbraun zu blaßgelb, dergestalt, daß die größten Arbeiter die dunkelsten, die kleinsten die hellsten sind, eine Erscheinung, die durch die unterschiedliche Dicke des Chitinpanzers bedingt sein dürfte. Die Behaarung ist innerhalb der Arbeiterkaste bei den mittleren Arbeitern am stärksten ausgeprägt; von den Geschlechtstieren ist das Männchen auffallend stark behaart.

Zusammenfassend läßt sich somit sagen, daß die Arbeiterkaste von *A. sexdens* nicht nur durch sehr erhebliche Größenunterschiede ausgezeichnet ist, sondern daß sich mit der Körpergröße auch zahlreiche morphologische Merkmale ändern. Für einige besonders auffallende Merkmale in der Ausgestaltung der äußeren Körperform wurde dies im vor-

stehenden genauer dargestellt. Die Unterschiede sind so weitgehend, daß sie zur Aufstellung getrennter Arten völlig ausreichen würden.

Von jeher hat man den Polymorphismus mit der Arbeitsteilung im Ameisenstaat in engsten Zusammenhang zu bringen versucht, ja man hat in ihm direkt einen Ausdruck der physiologischen Arbeitsteilung erblickt. „Der Ameisenpolymorphismus ist ein funktioneller, d. h. die einzelnen Formen sind, soweit nicht pathologisch, bestimmten Funktionen angepaßt. Der Polymorphismus geht also Hand in Hand mit der Arbeitsteilung“ (Escherich 1917, S. 61). Schon die Beobachtungen der alten Myrmekologen hatten gezeigt, daß ein solcher Zusammenhang bestehen mußte. Auch hier ist man jedoch erst in neuerer Zeit daran gegangen, diese Zusammenhänge auf experimentellem Wege genauer zu studieren, insbesondere nachdem die Methodik der Farbmarkierung einzelner Insekten durch v. Frisch (1923) vervollkommnet und weiter ausgebaut worden war. Eine Übersicht über die diesbezüglichen Arbeiten und ihre Ergebnisse findet sich bei Steiner (1934) und Kiil (1934), auf die ich zur näheren Orientierung verweise. Rösch (1925) hat in seinen schönen Arbeiten über die Arbeitsteilung im Bienenstaat gezeigt, daß von der Arbeitsbiene im Verlauf ihres Lebens alle im Bienenstaat vorkommenden Arbeiten in einer bestimmten Reihenfolge („Arbeitskette“) ausgeführt werden. Die verschiedenen Tätigkeiten sind also nicht an bestimmte Individuengruppen, sondern an ein bestimmtes Lebensalter (resp. einen damit parallel laufenden bestimmten anatomisch-physiologischen Körperzustand) gebunden. Bei den Ameisen scheint dieses Prinzip nicht zu bestehen, wenigstens nicht in jener gesetzmäßigen Zwangsläufigkeit wie bei der Honigbiene. Allerdings fehlen hier gerade bei den Arten, die wie die Biene eine monomorphe Arbeiterkaste haben, noch genügend Untersuchungen, um dies richtig beurteilen zu können. Bei den Ameisen mit stark polymorphen Arbeitern ist eine Arbeitskette sämtlicher Tätigkeiten in dem betreffenden Ameisenstaat wie bei der Honigbiene von vornherein unwahrscheinlich. Bei *Atta* beispielsweise dürfte eine Behandlung der Pilzgärten mit ihren mikroskopisch kleinen Ambrosiakörperchen durch die riesigen Soldaten gar nicht durchführbar sein. So haben denn auch fast alle Autoren, welche sich mit dieser Frage beschäftigt haben, einen Zusammenhang zwischen der Größe der Arbeiter und gewissen Tätigkeiten gefunden. Allerdings geht aus diesen Untersuchungen auch hervor, „daß sich diese Arbeitsteilung der Größe nach nur als vorherrschende Tendenz äußert“ (Kiil 1934, S. 133). Es bedarf noch zahlreicher exakter Untersuchungen, um die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Polymorphismus und Arbeitsteilung im Ameisenstaat zu lösen.

Um über den Zusammenhang zwischen Körpergröße und die Art der ausgeführten Tätigkeit bei *A. sexdens* Anhaltspunkte zu gewinnen, habe ich eine größere Zahl von Individuen bei einer bestimmten Tätigkeit gesammelt und dann variationsstatistisch ausgewertet. Ich war dabei bemüht,

nach Möglichkeit sämtliche wichtigen im *Atta*-Staat vorkommenden Tätigkeiten zu erfassen und ging in der Weise vor, daß ich zunächst Innen- und Außendienst trennte und innerhalb dieser beiden Gruppen wiederum die wichtigsten Tätigkeiten sonderte, entsprechend der folgenden Übersicht:

I. Innendienst (Tätigkeiten, die im Nest ausgeführt werden).

1. Brutpflege und Pflege der Pilzgärten.

Diese beiden Tätigkeiten zu trennen, erschien mir zunächst nicht möglich. Um die entsprechenden Arbeiter zu erhalten, ging ich in der Weise vor, daß ein Nest geöffnet wurde. Sobald eine Pilzkammer angeschlagen war, wurde sofort, noch ehe von außen her Soldaten und andere als die ursprünglichen Insassen in die Kammer eindringen konnten, ein Teil des Pilzgartens samt seinem Inhalt an Brut und Arbeitern ausgelöst und in Alkohol konserviert. Man erhält dabei Arbeiter, die mit der Brutpflege und solche, die mit der Pflege der Pilzgärten beschäftigt sind. Um die beiden Gruppen getrennt zu erhalten, wird es in Zukunft vielleicht angezeigt sein, Arbeiter aus Pilzgärten ohne Brut (solche finden sich in jedem größeren Nest) zu entnehmen und gesondert zu untersuchen. Man erhält dann wenigstens die Gärtner für sich. Durch Vergleich mit Arbeitermaterial aus Pilzgärten mit Brut läßt sich dann vielleicht ein Anhalt für evtl. vorhandene Größenunterschiede zwischen Pflegern und Gärtnern gewinnen. Ich bezeichne hier wie im Folgenden die mit der Brutpflege beschäftigten Arbeiterinnen als Pfleger, die mit der Pflege der Pilzgärten betrauten als Gärtner.

2. Nestbau.

Die Haupttätigkeit beim Nestbau besteht im Ausschachten der Gänge und Kammern und dem Herausschaffen der Erde. Es ist nicht schwer, Arbeiter, welche mit Grabarbeiten beschäftigt sind, zu erhalten; man braucht nur die an der Nestöffnung erscheinenden, mit einem Erdbröckchen beladenen Arbeiter abzufangen. Auf diese Weise wurde das Material für diese Arbeitsgruppe erhalten. Ich bezeichne die betreffenden Arbeiterinnen als Gräber.

II. Außendienst. (Tätigkeiten, die außerhalb des Nestes ausgeführt werden.)

3. Blattschneiden.

Das Blattschneiden wird hier vom Schleppen getrennt, da es häufig von anderen Individuen ausgeführt wird, als von denen, welche die Blätter zerteilen und die Blattstücke ins Nest tragen. Unter Blattschneiden wird hier das Abschneiden der Blätter und saftigen Triebe vom Baum selbst verstanden. Die abgeschnittenen Blätter werden in der Regel vom Baum herabgeworfen und am Boden von anderen Tieren zerkleinert. Arbeiterinnen, welche die Blätter auf Bäumen oder Sträuchern abschneiden, können bei dieser Tätigkeit eingesammelt werden. Ich bezeichne sie als Schneider.

4. Schleppen.

Die auffallendste Tätigkeit der Blattschneiderameisen ist das Eintragen der Blattstücke (Schleppen). Tiere, welche diese Tätigkeit ausführen, sind mit Leichtigkeit auf jedem begangenen Schlepppfad zu erhalten. Ich bezeichne sie als Schlepper.

5. Verteidigung.

Wird ein Nest angegriffen, so stürzen sofort die größten Arbeiter zur Verteidigung der Kolonie heraus. Man braucht nur eine dünne biegsame Gerte in eine Nestöffnung zu stecken, um diese Soldaten, die sich alsbald wütend an der Gerte festbeißen und auf den Angreifer stürzen, in beliebiger Zahl zu

erhalten. Reizt man allerdings auf diese Weise längere Zeit eine Kolonie, so kommen sehr bald auch die kleinen Arbeiter des Innendienstes offenbar auf den sofort erfolgenden allgemeinen Alarm hin aus den Tiefen des Nestes in großer Zahl hervor. Letztere werden hier als Verteidiger bezeichnet (siehe unten).

Tabelle 2.

Beziehung der Körpergröße zu verschiedenen Tätigkeiten bei den Arbeitern von *A. sexdens*.

Arbeitsgruppe		Zahl der untersuchten Tiere	Körpergröße		
			min.	med.	max.
Innendienst	Pfleger und Gärtner . .	95	3	7	9
	Gräber	99	4,5	6,5	9
Außendienst	Schlepper[1])	17	8,5	—	14
	Schneider[1])	13	10	—	14
	Soldaten	81	12	14,5	15
Verteidiger		180	3	5	9

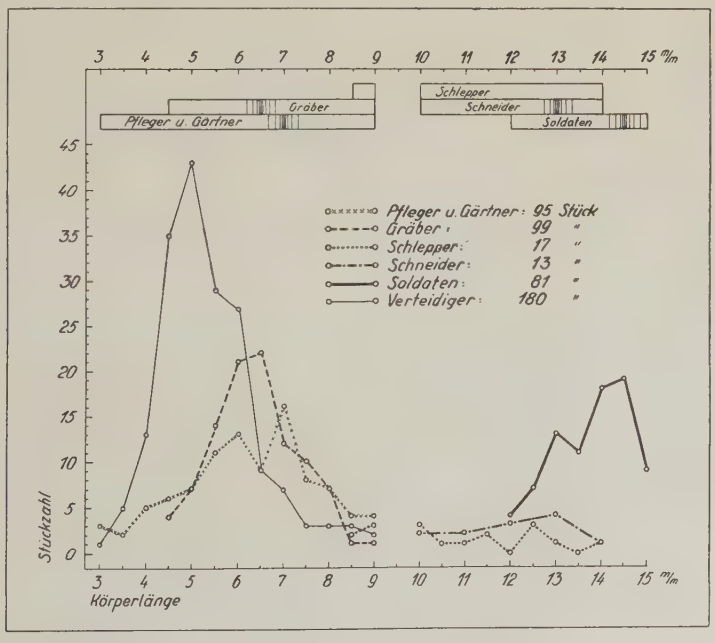


Abb. 9. Variationskurven der Körperlänge verschiedener Arbeitsgruppen von *Atta sexdens*.

Diese 5 Arbeitergruppen wurden nun getrennt nach ihrer verschiedenartigen Tätigkeit hinsichtlich ihrer Körpergröße variationsstatistisch aus-

[1]) Schlepper und Schneider konnten aus verschiedenen Gründen leider nicht in ausreichender Zahl gesammelt werden. Die Bestimmung eines Mittelwertes war daher nicht möglich, doch geben die Zahlen immerhin einen Anhaltspunkt für die Variationsbreite der Körpergröße dieser beiden Arbeitsgruppen.

gewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 und in den Kurven der Abb. 9, welche die Verhältnisse besonders anschaulich wiedergeben, dargestellt. Allerdings ist die Zahl der untersuchten Tiere, besonders der Schlepper und Schneider noch zu gering, um statistisch einwandfreie Resultate zu verbürgen, aber die wichtigsten und besonders kennzeichnenden Züge lassen sich doch mit genügender Klarheit erkennen.

Als wichtigste und zunächst überraschende Tatsache ist eine deutliche Trennung der Arbeitergrößen in 2 Gruppen festzustellen. Die eine Gruppe umfaßt die kleinen Arbeiter von 3—9 mm, die andere die großen von 10—15 mm Länge. Körpergrößen zwischen 9 und 10 mm fehlen. Dementsprechend ist das Variationspolygon der gesamten untersuchten Tiere ganz ausgesprochen zweigipflig (Abb. 10). Dasselbe entspricht zwar nicht den eingangs erhobenen Ansprüchen nach einer Auswertung der gesamten Bevölkerung einer Kolonie, die wie schon erwähnt, nicht durchführbar ist, dürfte aber insofern einen guten Querschnitt durch die Gesamtpopulation geben, als sämtliche wichtigen Tätigkeiten in den ihnen entsprechenden Arbeitsgruppen darin erfaßt sind.

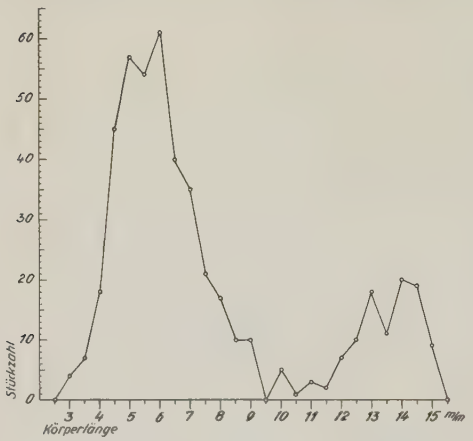


Abb. 10. Variationspolygon der Körperlänge der gesamten auf Abb. 9 getrennt dargestellten Arbeitsgruppen.

Der Trennung in 2 deutlich geschiedene Größengruppen entspricht eine ebenso deutliche Trennung der Arbeitsgebiete. Die kleinen Arbeiter sind ausschließlich im Innendienst tätig (mit Ausnahme einiger Schlepper von 8,5 und 9 mm); die großen Arbeiter dagegen sind ausschließlich im Außendienst beschäftigt. Dem Zerfall in 2 Größengruppen entspricht also ein ebensolcher Zerfall in 2 sehr verschiedene Tätigkeitsgebiete. Betrachten wir die Arbeitsgruppen innerhalb dieser beiden Haupttätigkeitsgebiete hinsichtlich ihrer Körpergröße etwas genauer, so ist festzustellen, daß sich in den Pilzgärten alle Arbeitergrößen des Innendienstes aufhalten (Pfleger und Gärtner), und daß die größeren Tiere dieser Gruppe bei Grabarbeiten tätig sind. Bei den Tätigkeiten des Außendienstes sind Schlepper und Schneider in ihrer Körpergröße nicht verschieden. Es dürfte daraus hervorgehen, daß diese beiden Tätigkeiten nicht getrennt, sondern offenbar von derselben Individuengruppe ausgeführt werden können (siehe hierzu auch weiter unten, Kap. Ernährung). Die Tiere, welche bei einer Reizung des Nestes in der oben beschriebenen Weise zur Verteidigung der Kolonie herausstürzen, sind zunächst Soldaten. Ob dieselben, wenigstens die größten unter ihnen (14—15 mm), noch andere Tätigkeiten ausführen, erscheint mir fraglich, da ich sie nie anderwärts im Außendienst, etwa beim Schleppen

und Schneiden angetroffen habe, und da sie auch — ausgenommen in der allerersten Zeit nach dem Schlüpfen aus der Puppe — nicht in den Pilzgärten zu finden sind. Daß bei längerem Reizen auch sämtliche Tiere des Innendienstes schließlich aufgeregt aus dem Nest hervorkommen, geht aus der als dünn ausgezogene Linie dargestellten Größenkurve (Abb. 9, Verteidiger) deutlich hervor. Die kleineren Arbeiter des Außendienstes (10—12 mm) scheinen sich normalerweise nicht im Nest selbst aufzuhalten, da sie weder beim Reizen zum Vorschein kommen, noch in den Pilzgärten angetroffen wurden.

Der vermeintliche unvollständige Polymorphismus der Arbeiterkaste von *A. sexdens* ist also eigentlich bereits zu einem Dimorphismus geworden, indem Tiere mittlerer Größe sehr selten geworden sind, ja zu fehlen scheinen, ein Ergebnis, das allerdings noch der Bestätigung durch Untersuchungen an größerem Material bedarf. Ähnliche Verhältnisse finden sich bei manchen daraufhin untersuchten *Camponotus*-Arten (z. B. *C. foreli* Em., nach Weyrauch 1933).

Derartige Übergangsformen regen unwillkürlich zu Betrachtungen über die Entstehung des vollständigen Dimorphismus an, die denn auch schon häufig angestellt wurden. Man hat früher im allgemeinen angenommen (Emery, Escherich u. a.), daß der komplette Dimorphismus, wie er bei *Pheidole*, *Colobopsis* u. a. vorkommt, durch Aussterben der Mittelformen auf dem Wege der natürlichen Selektion aus vollkommen polymorphen Populationen mit erheblicher Variationsbreite entstanden sei. Dieser Anschauung wird neuerdings von Weyrauch (1933) widersprochen, der verschiedene Argumente dagegen ins Feld führt. Insbesondere scheint diesem Autor der Nutzen einer Zweiteilung bei den von ihm angeführten Arten der Gattung *Camponotus* fraglich. Hierzu ist zu sagen, daß zur Entscheidung dieser Frage eine noch erheblich genauere Analyse der Beziehung zwischen Körpergröße und den ausgeführten Tätigkeiten erforderlich ist, als sie auf Grund der bisherigen Untersuchungen bei *Camponotus* möglich ist. Für *A. sexdens* scheint mir dieser Nutzen außer Frage, und die scharfe Trennung der Arbeiterkaste in große Tiere des Außendienstes und kleine des Innendienstes steht hiermit in bestem Einklang. Es ist gar nicht denkbar, daß große Tiere die Pflege der Pilzgärten ausführen könnten, dazu sind die gezüchteten Pilzformen viel zu klein. Andererseits könnte das Abschneiden und Zerkleinern großer Blätter und die Bewältigung der oft enormen Entfernungen zum Nest von den kleinen Arbeitern in einem dem Bedarf einer großen Kolonie entsprechenden Ausmaße nicht oder nur ungenügend durchgeführt werden. Auch dem zweiten Argument Weyrauchs vermag ich nicht zu folgen, daß man nämlich in den Gattungen mit typischem Dimorphismus wie *Pheidole*, *Colobopsis* u. a. vergeblich nach einer beträchtlichen Variabilität suchen würde und umgekehrt, wie es die Selektionshypothese doch erfordern würde. Hierzu ist zu bemerken, daß die Gattungen mit ausgesprochenem Dimorphismus vielfach gerade wegen

dieses Dimorphismus als gesonderte Gattungen aufgestellt wurden. Außerdem gibt es z. B. in der als Paradebeispiel für kompletten Dimorphismus immer wieder genannten Gattung *Pheidole* auch Arten (der Untergattungen *Allopheidole* und *Cardiopheidole*) mit allen Übergängen zwischen Soldaten und Arbeitern. Auch die nahe verwandte Gattung *Ceratopheidole*, die früher sogar als Untergattung von *Pheidole* angesehen wurde, ist in manchen Arten (*C. smythiesi* For.) durch unvollständigen Polymorphismus ausgezeichnet. *Colobopsis* wird heute als eine der zahlreichen Untergattungen von *Camponotus* angesehen, wo ja gerade der unvollständige Polymorphismus in reichster Ausbildung vorkommt und war wohl auch früher nur wegen der eigenartigen Soldaten von dieser Gattung abgetrennt worden.

Ich neige aus diesen Gründen mehr zu der alten Anschauung, wobei ich jedoch nicht so sehr die Naturauslese als wirksamen Faktor anerkennen möchte, sondern eher eine künstliche, züchterische Auslese von seiten der die Brut pflegenden Ameisen selbst. Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß man die trophogenetische Entstehung des Polymorphismus als grundlegenden Faktor für die Ausbildung der verschiedenen Arbeitergrößen und Formen anerkennt, wofür ich mich bereits früher ausgesprochen habe (Eidmann 1931, S. 668). Man könnte dann bei den vollständig dimorphen Arten an eine erbliche Fixierung der Brutpflegeinstinkte im Sinne der Aufzucht eben dieser beiden getrennten Arbeiterformen denken.

Zusammenfassend läßt sich über die Beziehungen zwischen Arbeitergröße und ausgeführter Tätigkeit bei *A. sexdens* sagen, daß zwei scharf getrennte Haupttätigkeitsgruppen zu unterscheiden sind, kleine Arbeiter des Innendienstes und große des Außendienstes. Bei einer weiteren Verteilung dieser Gruppen in verschiedene Arbeitsgebiete, scheint eine Beziehung zur Körpergröße nur als vorherrschende Tendenz vorzuliegen, indem die größeren Individuen des Innendienstes beim Nestbau, die kleineren des Außendienstes beim Blattschneiden und Schleppen tätig sind. Damit ist jedoch nicht gesagt, daß diese Tätigkeiten nicht doch vielleicht von besonderen Individuengruppen ausgeführt werden, doch könnten hierüber nur experimentelle Untersuchungen größeren Stiles mit markierten Tieren Aufschluß geben. Für die Praxis kann aus Vorstehendem der Schluß gezogen werden, daß die Abtötung eines Nestes mit sämtlichen Insassen den Tod der Kolonie bedeuten würde, ungeachtet dessen, wie viele Tiere im Außendienst gerade tätig sind. Es ist nicht anzunehmen, daß letztere nach ihrer Rückkehr eine Regeneration der Kolonie etwa durch Übernahme der Tätigkeiten des Innendienstes, vor allem der Pflege der Pilzgärten, herbeiführen könnten.

5. Das Nest.

Eine genaue Kenntnis des Nestes der Blattschneiderameisen ist vom ökologischen wie praktischen Gesichtspunkt aus von größtem Interesse und

größter Bedeutung. Im Nest, als dem festen Wohnsitz der Kolonie, spielen sich deren Lebensfunktionen zum größten Teil ab, und das Nest ist, wenigstens nach unseren bisherigen Kenntnissen und Erfahrungen, der einzige Angriffspunkt zur praktischen Bekämpfung der Blattschneiderameisen. Um so erstaunlicher ist es, daß wir über die Nestarchitektur von *A. sexdens* noch relativ wenig, ja über manche wichtige Punkte derselben kaum Bescheid wissen. Ich habe daher auch bereits in einer früheren Arbeit (Eidmann 1932), obwohl mir damals eigene Untersuchungen noch fehlten, auf Grund der Beobachtungen Jacobys eingehender über den Nestbau von *A. sexdens* berichtet. Nunmehr hatte ich Gelegenheit, selbst eingehende Studien über die Nestarchitektur von *A. sexdens* zu machen und habe dieser aus den erwähnten Gründen ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Ich habe in wochenlanger Arbeit mehrere Nester verschiedenen Alters mit Hilfe eingeborener Arbeiter unter Beachtung weitgehender Vorsichtsmaßnahmen ausgegraben und dabei besonders die Hohlräume der Nester und deren Inhalt untersucht. Diese Grabungen ergaben das Material für die im Folgenden mitgeteilten Beobachtungen.

Die Nester von *A. sexdens* sind wie die der meisten Attinen Erdbauten. Alte Nester erreichen fast unvorstellbare Dimensionen; sie gehen viele (bis zu 10 und noch mehr) Meter tief in den Boden hinein und enthalten Hunderte von mächtigen Hohlräumen, die durch ein kompliziertes System von Kanälen miteinander verbunden sind (siehe hierzu auch Arribálzaga 1910). Die herausbeförderte Erde kann Dutzende von Kubikmetern umfassen und bedeckt ein Areal von oft mehr als 100 qm. Die *Atta*-Nester gehören zu den mächtigsten tierischen Bauten, die ich kenne und sind besonders im Hinblick auf die Kleinheit ihrer Erbauer ein Ausdruck sozialer Gemeinschaftsarbeit im Tierreich, wie man ihn sich imponierender kaum vorstellen kann. Höchstens die Hügelbauten tropischer Termiten können ihnen noch zur Seite gestellt werden. Die großen *Atta*-Bauten sind gewaltige Festungen, die für alle anderen Tiere uneinnehmbar sind und selbst der Vernichtung durch den Menschen erfolgreich zu trotzen vermögen.

a) Verteilung der Nester.

Die Ökologie von *A. sexdens* innerhalb ihres geographischen Verbreitungsgebietes wird vornehmlich durch 2 Faktoren bestimmt, erstens die große Tiefe der Nestanlage und zweitens das Vorhandensein geeigneter Vegetation zur Beschaffung des Blattmaterials für die Pilzzucht. Der erste dieser beiden Faktoren bedingt das Vorhandensein von tiefgründigem Boden mit niedrigem Grundwasserstand und schließt das Vorkommen in felsigem und sumpfigem Gelände aus. Aber auch die Art des Bodens selbst ist, wie bereits in Kapitel 1 erwähnt wurde, für das Vorkommen ausschlaggebend; so schließt auch Sandboden das Vorkommen der Blattschneiderameisen aus, weil er die Anlage der großen Nestkammern verbietet. Gerade der tief-

gründige, lehmartige Lateritboden an den Abhängen der Küstengebirge Brasiliens und darüber hinaus in großen Teilen des Gesamtverbreitungsgebietes von *A. sexdens* ist ein ideales Substrat für die Nestanlage dieser Ameise.

Der 2. Faktor, geeignete Vegetation, erheischt Baumwuchs oder doch das Vorkommen von Holzgewächsen, denn nach meinen eigenen Beobachtungen, wie denen verschiedener früherer Autoren, wird Gras von *A. sexdens* nie eingetragen. Demnach müßte die Ameise ein ausgesprochenes Waldtier sein. Das ist sie aber merkwürdigerweise nicht, ja sie meidet ganz offenbar den geschlossenen Wald, eine Beobachtung, die schon Belt (1874) gemacht hatte. Die Übersichtskarte des Beobachtungsgebietes (Abb. 3) zeigt eine genaue Kartierung sämtlicher Nester, die ich dort feststellen konnte. Es ist darauf zu ersehen, daß in dem großen geschlossenen Waldkomplex im Westen des Beobachtungsgebietes nur ein einziges Nest liegt und dieses nicht allzu weit vom Rande entfernt. Im Innern dieses Waldes habe ich, trotzdem ich ihn wiederholt kreuz und quer durchstreift habe, nie ein Nest gefunden. Das kleine Wäldchen in der Nordostecke des Beobachtungsgebietes, in welchem 4 mächtige alte *Atta*-Nester liegen, war ein lichter, buschwaldartiger Bestand von geringer Höhe, der vermutlich jünger war, als die darin liegenden Blattschneiderkolonien.

Aus der Karte geht ferner hervor, daß die Nester mit besonderer Vorliebe am Waldrande angelegt werden. Diese Vorliebe ist auf eine weiter unten noch genauer zu besprechende Besonderheit zurückzuführen, die darin besteht, daß die Ameisen zur Anlage der Pilzgärten eine tiefe Durchwurzelung des Bodens im Bereich der Nestanlage brauchen. Welche Ursachen für das Fehlen von *A. sexdens* im Walde verantwortlich zu machen sind, ist nicht ohne weiteres ersichtlich, doch möchte ich dieselben in mikroklimatischen Besonderheiten erblicken.

A. sexdens wird nun, und das ist vom praktischen Gesichtspunkt aus besonders wichtig, durch die beiden erwähnten ökologischen Faktoren zu einem ausgesprochenen Kulturfolger. Auch die Landwirtschaft braucht tiefgründigen Boden und meidet Fels- und Sumpfgelände. Sie beseitigt den Wald und setzt an seine Stelle Kulturpflanzen, die gerade in den Tropen vielfach Holzgewächse sind und schafft damit offenes oder buschwaldartiges Gelände, wie es die Ameise braucht. Dazu kommt, daß gerade die Obstbäume und anderen Holzgewächse der brasilianischen Landwirtschaft offenbar besonders gern von *A. sexdens* angenommen werden, und so schafft die Landwirtschaft und bis zu einem gewissen Grade auch die Forstwirtschaft günstigste Existenzbedingungen für den Schädling. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Faktor ist endlich noch der, daß durch die Bodenbearbeitung immer wieder vegetationsfreie Areale mit aufgelockerter Erde geschaffen werden, welche das Eindringen der jungen Weibchen in den Boden zum Zwecke der Koloniegründung erleichtern, ja hierfür geradezu notwendig zu sein scheinen. So hört man denn auch allenthalben Klagen

darüber, daß Kulturland besonders dicht von den Blattschneiderameisen bevölkert sei, daß auf frisch gerodetem und neu bebautem Gelände die Ameisen sich alsbald eingefunden, resp. in kurzer Zeit stark vermehrt hätten, und daß die Vernichtung der Nester des Schädlings alsbald durch eine Neubesiedelung wieder ausgeglichen würde.

b) Nestoberfläche.

Die Nester von *A. sexdens* sind in der Regel kenntlich an der Masse der herausgeschafften Erde, die sich als lockere Erde *(terra fófa* der Brasilianer, siehe Eidmann 1932) in der Umgebung der Nestöffnungen über dem festen Boden *(terra firma)* und der diesen bedeckenden Vegetation anhäuft. Infolge der auffallenden gelblichen und roten Farbtöne des Bodens sind die Nester daher oft weithin sichtbar und können bei großer Populationsdichte, besonders in hügeligem Gelände der Landschaft geradezu ein charakteristisches Aussehen verleihen.

Die beim Nestbau herausbeförderte Erde wird in unmittelbare Nähe der Nestöffnungen abgelagert. Auf diese Weise entstehen kleine Nestkrater, die, wenn sie nicht zerstört oder abgetragen werden, mit der Zeit zu kegelförmigen Erdhügeln anwachsen, auf deren Spitze die jeweilige Nestöffnung mündet. Liegen die Nestöffnungen weit auseinander, so sind diese Erdhügel getrennt; liegen sie, was besonders bei älteren Nestern der Fall ist, enger zusammen, so verschmelzen sie an ihrer Basis mehr oder weniger weitgehend miteinander, und es entsteht ein Miniaturgebirge, das sich über dem Nest erhebt. Fast immer liegen einzelne Nestöffnungen mehr oder weniger weit abseits des Nestzentrums und sind an der sie umgebenden lockeren Erde, die von jener des eigentlichen Nestes getrennt ist, kenntlich.

Im offenen Gelände werden die Nestkrater und Hügel in der Regel sehr rasch durch atmosphärische Einflüsse abgetragen und eingeebnet. Die Sonne trocknet die Erde aus, der Wind verweht sie, der Regen schwemmt sie fort, und so bilden sich einheitliche Erdanhäufungen über den Nestern, die oft eine Ablagerung in verschiedenen Schichten als Folge der einzelnen Nestbauperioden erkennen lassen. (Eine gute schematische Darstellung der diesbezüglichen Verhältnisse findet sich nach Oliveira bei Escherich 1926, S. 601 und 1929, S. 192.) Besonders in abschüssigem Gelände wird die lockere Erde der *Atta*-Nester durch atmosphärische Einflüsse, vornehmlich Regen, oft weit hangabwärts verfrachtet. Geht eine Kolonie aus irgendeiner Ursache zugrunde, etwa durch Nestplünderung von seiten eines *Eciton*-Wanderzuges oder durch künstliche Abtötung durch den Menschen, so überzieht die alles überwuchernde Vegetation die Nestoberfläche in kürzester Zeit mit einem grünen Teppich, und nichts mehr läßt die Stätte einstiger emsiger Tätigkeit erkennen. Die ausgeworfene Erde ist daher ein Zeichen dafür, daß ein Nest bewohnt ist und erleichtert das Auffinden der Kolonien.

Anders sehen die Nester im geschlossenen Walde aus. Hier ist die abtragende Wirkung atmosphärischer Faktoren erheblich vermindert, die Luftbewegung ist auf ein Mindestmaß herabgesetzt, der Regen trifft die Nestoberfläche nicht so unvermittelt und sickert schneller in den Boden ein. So kommt es, daß sich hier die ausgeworfene Erde, welche überdies noch zwischen den Stämmen und Zweigen der Holzgewächse festgehalten wird, über dem Nest zu mächtigen kegelförmigen Massen auftürmen kann. Auch wuchert die Vegetation in dem Dämmerlicht des geschlossenen Waldes am Boden nicht so üppig wie im Freien, so daß die Erde auch an nicht benutzten Nestöffnungen lange Zeit frei zutage liegt. An dem Waldnest Nr. 4 (Abb. 3) war die ausgeworfene Erde in weitem Umkreis fast zu Mannshöhe aufgetürmt. Die Verhältnisse sind von Wheeler (1923, S. 183; nach einer photographischen Aufnahme von S. I. Hunter) für *A. texana* Buckl. bildlich dargestellt; sie gleichen völlig denen von *A. sexdens*.

Die Nestöffnungen (hier wird absichtlich von Nestöffnungen gesprochen, da nicht alle Nestöffnungen gleichzeitig auch Nesteingänge resp. Ausgänge darstellen) sind an Zahl und Anordnung sehr variabel. Alte Nester haben mehr — oft erheblich mehr — Öffnungen als junge. Außerdem findet auch ein periodischer Wechsel in der Zahl der Nestöffnungen statt, indem diese in der Schwärmzeit vorübergehend erheblich vermehrt werden. Nach der Art der von ihnen ausgehenden Kanäle (siehe Eidmann 1932, S. 165) lassen sich runde, querovale und Ventilationsöffnungen unterscheiden. Größe und Gestalt der Nestöffnungen entsprechen in der Regel dem Querschnitt und Kaliber der entsprechenden Kanäle; sie können jedoch unter gewissen Umständen vorübergehend verengert oder erweitert werden (siehe unten).

Die ovalen Nestöffnungen sind vielfach dadurch ausgezeichnet, daß ihre Decke entsprechend dem Querschnitt des betreffenden Kanals etwas eingesenkt ist und dadurch nierenförmig erscheint. Ihre Größe ist sehr verschieden. Bei dem *Atta*-Nest Nr. 3 (Vermessungsbau, siehe Abb. 3) habe ich sämtliche Nestöffnungen vermessen und kartographisch aufgenommen. Dabei ergab sich für die größte ovale Öffnung 6 : 10 cm, für die kleinste 1 : 3 cm (Tabelle 3). Die runden Nestöffnungen schwankten bei diesem Nest in ihrer Größe zwischen 1 und 4 cm Durchmesser. Die sehr zahlreichen kleinen unter ihnen von 1—1,5 cm Durchmesser können wohl zum größten Teil als Ventilationsöffnungen angesehen werden.

Die Oberfläche der *Atta*-Nester ist im Hinblick auf die ungeheure Menge der Nestinsassen in der Regel auffallend wenig belebt. Meist sieht man kaum eine Ameise auf dem Nestareal, nichts verrät die emsige Tätigkeit, die sich in den unterirdischen Gewölben abspielt. Nur wenn das Nest erweitert, wenn gegraben wird, belebt sich die Nestöffnung, an der die Tiere die Erde herausschaffen. Dies wird allerdings anders, wenn die Kolonie gestört oder angegriffen wird; dann ist in wenigen Minuten

Tabelle 3.

Übersicht über die Größe sämtlicher Nestöffnungen von Nest Nr. 3.

Nr.[1])	Größe in cm[2])	Charakter
1	4	rund
2	2:4	oval
3	3:7	oval
4	6:10	oval
5	1:4	oval
6	2:5	oval
7	3	rund
8	3	rund
9	1:3	oval
10	1:3	oval
11	1	vent[3])
12	1	vent
13	1	vent
14	1	vent
15	1	vent
16	2	rund
17	1,5	vent
18	1	vent
19	1	vent
20	2	rund
21	1	vent
22	1	vent
23	1	vent

die Nestoberfläche von den wimmelnden Scharen wütender Soldaten und Arbeiter bedeckt, die auch einen starken Angreifer in die Flucht zu schlagen vermögen. Auch in der Schwärmzeit, die ja überhaupt im Leben der *Atta*-Kolonie etwas Außergewöhnliches bedeutet, belebt sich die Nestoberfläche mit Tausenden und aber Tausenden von aufgeregten Ameisen. Für gewöhnlich jedoch herrscht auffallende Ruhe auf den Nestern und in deren Umgebung. Dies ist vor allem dadurch bedingt, daß die Blätter nicht wie bei *A. vollenweideri* For. durch die Nestöffnungen eingetragen werden, sondern fast ausnahmslos durch weit vom Nest entfernt mündende Schleppkanäle, über die weiter unten noch einiges zu sagen ist. Demnach dienen die eigentlichen Nestöffnungen nicht wie bei den meisten anderen Ameisen in erster Linie dem Aus- und Eingang der Nestinsassen, sondern vor allem der Grabarbeit, der Ventilation und in der Schwärmzeit dem

[1]) Siehe Abb. 11.

[2]) Bei den runden Öffnungen ist der Durchmesser, bei den ovalen Höhe: Breite angegeben.

[3]) Ventilationsöffnung.

Ausflug der Geschlechtstiere. Ähnliche Beobachtungen hat Wheeler (1907, S. 732) an den Nestern von *A. texana* Buckl. gemacht.

Auf Grund der Jacobyschen Beobachtungen schien die Annahme gerechtfertigt, daß die Lage der Nestöffnungen und die Richtung der von diesen ausgehenden Kanäle einen Rückschluß auf die Lage eines zunächst noch hypothetischen Nestzentrums zulasse. Im Hinblick auf eine rationelle Bekämpfung, bei der man dann dieses Nestzentrum leicht aufzufinden und vernichten zu können hoffte, schien dies von größter Bedeutung. Ich habe daher dieser Frage besondere Aufmerksamkeit zugewandt und zahlreiche Nester daraufhin untersucht, ob diese Vermutung zutrifft. Die Nestöffnungen wurden genau kartographisch aufgenommen und die Richtung

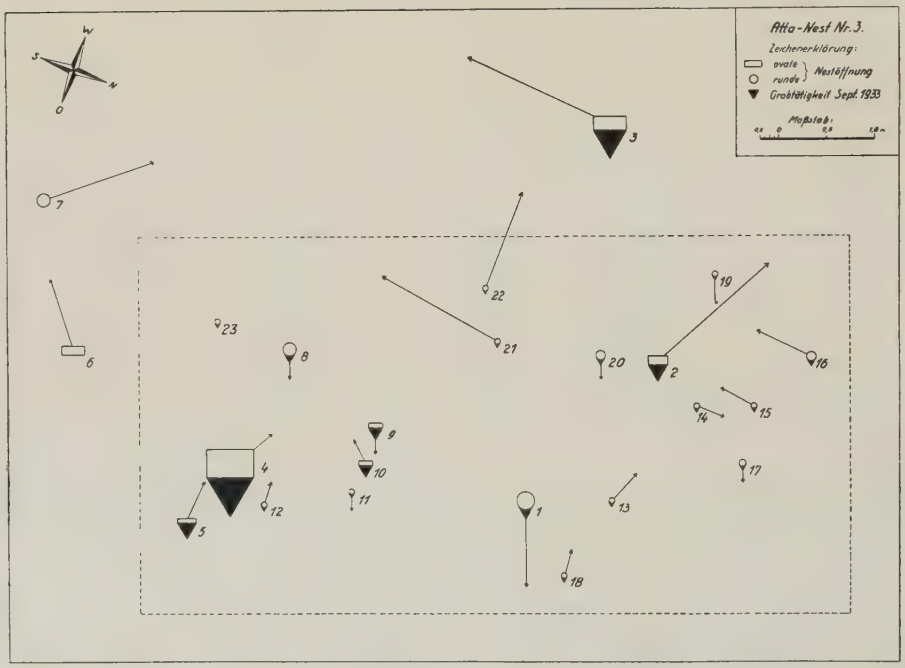


Abb. 11. Nestoberfläche von *Atta*-Nest Nr. 3.

Die Abbildung zeigt eine genaue kartographische Vermessung der Nestöffnungen hinsichtlich ihrer gegenseitigen Lage, Größe und der Richtung der von ihnen ausgehenden Kanäle. Die Lage des Nestes ist aus Abb. 3 ersichtlich. Das gestrichelt umrandete Rechteck zeigt die Fläche an, auf der die Nestoberfläche gereinigt, d. h. von den alten Erdmassen und der Vegetation befreit wurde. Die ovalen Eingänge sind als kleine Rechtecke, die runden als Kreise eingezeichnet. Die Nestöffnungen sind zur besseren Darstellung ihrer Größenverhältnisse gegenüber dem Gesamtmaßstab (siehe Zeichenerklärung rechts oben) um das Fünffache vergrößert. Die schwarzen Dreiecke an der Basis der Nestöffnungen zeigen an, daß während der Beobachtungszeit (September 1933) an den betreffenden Öffnungen Grabtätigkeit herrschte, und Erde ausgeworfen wurde. Die Pfeile deuten die Richtung der von den betreffenden Öffnungen ausgehenden Kanäle an. Die Länge der Pfeile zeigt, wie weit sich mit einer dünnen Holzgerte die Kanäle annähernd gradlienig verfolgen ließen. Diese Länge entspricht dem allgemeinen Maßstab. Senkrecht zur Grundlinie der Zeichnung zeigende Pfeile deuten an, daß der betreffende Nestkanal senkrecht in den Boden hineinging. Die Geländeneigung im Nestbereich betrug 25° senkrecht zur Grundlinie.

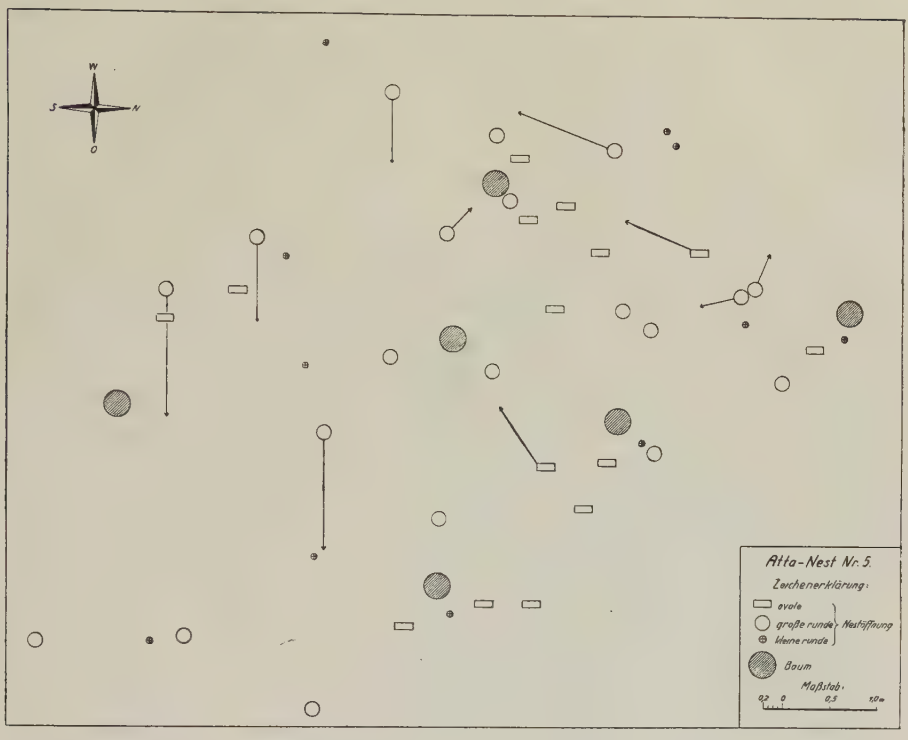


Abb. 12. Nestoberfläche von *Atta*-Nest Nr. 5.

Die Darstellung ist im allgemeinen dieselbe wie auf Abb. 11, jedoch ist die Größe der Nestöffnungen nicht maßstabgerecht eingetragen, sondern lediglich ein Unterschied zwischen ovalen, großen und kleinen runden Öffnungen (letztere vermutlich Ventilationskanäle) in der Darstellung gemacht worden. Auch ist nur für einige der wichtigsten Kanäle die Richtung angegeben, und ferner ist die Grabtätigkeit nicht berücksichtigt. Die Geländeneigung beträgt 38°, auch hier senkrecht zur Grundfläche.

der Kanäle festgestellt. Ich bringe hier 2 dieser Vermessungen von 2 großen alten Nestern (Nest 3 und 5) von ungefähr gleicher Exposition und Hanglage, bei denen man, wenn überhaupt, noch am ehesten eine Übereinstimmung erwarten durfte (Abb. 11 u. 12). Ein Vergleich der beiden Karten zeigt, daß man, ohne den Tatsachen Gewalt anzutun, von irgendeiner Übereinstimmung oder einem bestimmten Plan nicht sprechen kann. Es scheint vielmehr völlige Regellosigkeit zu herrschen, und die Nestoberfläche eher durch den Zufall als durch irgendwelche leicht erkennbare Faktoren bestimmt zu werden. Da sich die Zugangskanäle unterhalb der Nestoberfläche, wie ich es bereits früher beschrieben habe (1932, S. 166) in ein Kanalgewirr auflösen, scheint diese Regellosigkeit in der Ausmündung an der Nestoberfläche leicht erklärlich. So ließ sich die Vermutung einer leichten Zugänglichkeit des vitalen Nestbereichs von der Nestoberfläche aus leider nicht in dem erhofften Maße bestätigen.

c) Nestbau.

Die erste Anlage eines *Atta*-Nestes erfolgt in der bekannten und bereits wiederholt beschriebenen Weise (v. Ihering 1898; Huber 1905 u. a.) durch die junge Königin bei der Koloniegründung. Die von ihr hergestellte kleine Nestkammer, in der sich die Koloniegründung abspielt, der sogenannte „Kessel" ist die Mutterzelle für die wachsende und sich immer mehr ausdehnende Nestanlage. Dementsprechend läßt sich in alten Nestern noch häufig die Gründungszelle auffinden und an ihrer charakteristischen Gestalt und Lage als solche erkennen (Wheeler 1907, S. 738; Eidmann 1932, S. 176). Nach der Anlage der Gründungskammer ist die Grabtätigkeit der Königin beendet. Jede spätere Erweiterung der Nestanlage wird von den Arbeitern ausgeführt, die als überaus geschickte Minier- und Grabarbeiter das komplizierte Hohlraumsystem eines großen Nestes im Laufe der Zeit ausschachten. Wie in Kapitel 4 gezeigt wurde, gehören die Grabarbeiter einer ganz bestimmten Größenklasse (4,5—9 mm Körperlänge) an.

Solange ein *Atta*-Nest eine lebende Kolonie beherbergt, werden auch Grabarbeiten ausgeführt. Es ist nicht so, daß die Nester eine gewisse Größe erreichen und dann für die Bedürfnisse einer Kolonie ausreichen. Es werden vielmehr immer wieder gewisse Nestkammern aufgegeben und neue angelegt, so daß man eigentlich stets bei günstigem Wetter vor allem nach Regen an einer oder mehreren Nestöffnungen die Ausführung von Grabarbeiten beobachten kann. Wie sich die Grabtätigkeit im Innern des Nestes an der Stätte der Erdausschachtung abspielt, wird sich nur in künstlichen Nestern beobachten lassen, wozu ich keine Gelegenheit hatte. Aber auch an den Nestöffnungen, an welchen die Erde herausbefördert und abgeladen wird, lassen sich interessante Beobachtungen machen. Man sieht an einer solchen Nestöffnung, wie die Grabarbeiter, jeder mit einem kleinen Erdbröckchen beladen, in fast ununterbrochener Folge einzeln oder in kleinen Gruppen an der Nestöffnung erscheinen, um dort ihre Last abzuwerfen. Da die kleinsten Arbeiter auch die kleinsten Erdpartikelchen tragen, ist anzunehmen, daß sie auch die Erde an der Ausschachtungsstelle in der Tiefe des Nestes selbst ablösen.

Von großem Interesse war für mich eine Beobachtung, die ich an allen Nestöffnungen, an welchen Erde ausgetragen wurde, machen konnte. Stets hielt sich ein Soldat unmittelbar vor der Nestöffnung auf und bewegte sich langsam zwischen den geschäftigen Grabarbeitern hin und her. Ein unbefangener Beobachter hätte in ihm eine Art Aufseher erblicken können, doch dürfte er eher die Rolle eines Wächters spielen, wie sie auch an den anderen Nestöffnungen, allerdings von außen meist unsichtbar, postiert sind. Beunruhigt man eine Nestöffnung, an der Erde ausgetragen wird, so läuft der sonst so würdig einherschreitende Wächter sofort aufgeregt mit weitgeöffneten Mandibeln suchend umher und stürzt sich, wenn

ihm dies gelingt, auf den Störenfried, während die Grabarbeiter alsbald in der Nestöffnung verschwinden.

Da die Grabarbeiter ihre Erdlast unmittelbar vor der Nestöffnung abwerfen, sammelt sich die Erde hier allmählich in ganz charakteristischer Weise an. In abschüssigem Gelände (fast alle von mir beobachteten Nester hatten eine mehr oder weniger geneigte Oberfläche) bildet sich vor der Nestöffnung eine halbkreisförmige, annähernd ebene Plattform mit etwas erhabenem Rande, die, solange sie nicht durch atmosphärische Einflüsse zerstört wird, einen immer größeren Durchmesser bekommt. Jeder Grabarbeiter läuft bis zum Rande dieser Plattform, um seine Erdlast dort abzuwerfen und in die Tiefe rollen zu lassen. Dadurch, daß manche Erdbröckchen nicht weit genug getragen werden und nach innen rollen, entsteht der erhabene Rand. Diese Plattformen können recht erhebliche Dimensionen erlangen und bei intensiver Grabtätigkeit der Nestoberfläche ein ganz eigenartiges Aussehen verleihen (Abb. 13). In ebenem Gelände entstehen durch gleichmäßige Verteilung der Erde um die Nestöffnungen herum an Stelle dieser Plattformen regelmäßige, kreisrunde Krater, wie sie von Wheeler (1907) für *Atta texana* Buckl. und *Acromyrmex (Moellerius) versicolor* Perg. beschrieben und abgebildet wurden, und wie sie auch von vielen anderen erdbewohnenden Ameisen, wenn auch nicht in dieser Größe, bekannt sind.

Abb. 13. Nestöffnungen eines großen *Atta*-Nestes (Nest Nr. 3 mit frisch ausgeworfener Erde in Gestalt von Halbkratern. Geländeneigung 25°.

Nicht immer wird die ausgeschachtete Erde auch nach außen befördert. Schon Escherich (1926, S. 602) teilt eine Vermutung von Oliveira mit, „daß die Ameisen die Erde zuweilen gar nicht nach oben schaffen, sondern in etwaige unterirdische, durch Verwesung von Wurzelwerk usw. entstandene natürliche Hohlräume oder in alte, nicht mehr von Pilzen besetzte Kammern tragen". Diese Vermutung kann ich auf Grund meiner Ausgrabungen voll und ganz bestätigen. In sämtlichen ausgegrabenen Nestern, insbesondere in einem riesigen alten Bau (Nest Nr. 1), den ich

in voller Ausdehnung ausgraben ließ, fanden sich in der Randzone alte, offenbar nicht mehr gebrauchte Kanäle, welche völlig mit trockenem, lockerem Erdmaterial angefüllt waren. Ebenso stießen wir in großer Tiefe

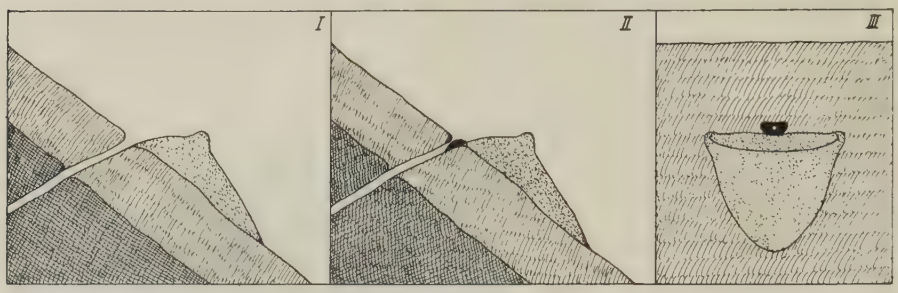


Abb. 14. Schematische Darstellung der Nestöffnung eines *Atta*-Nestes mit frisch ausgeworfener Erde. I. Schnitt durch eine Nestöffnung mit Halbkrater. II. Dieselbe bei Regen verengt. III. Aufsicht auf die bei Regen verengte Nestöffnung mit davor angehäufter frisch ausgeworfener Erde. — In der Darstellung ist die frisch ausgeworfene Erde punktiert, die lockere Erde der Nestoberfläche einfach schraffiert, der gewachsene Boden doppelt schraffiert. Die zum Verengen der Nestöffnung in II und III benutzte Erde ist schwarz gezeichnet.

auf alte, verlassene Pilzkammern, die mit der gleichen lockeren Erde ganz oder teilweise angefüllt waren. Die Erde, welche diese alten Hohlräume ausfüllte, bestand aus den gleichen Partikelchen, wie sie von den Ameisen beim Graben aus den Nestöffnungen herausgeschafft werden. Somit dürfte

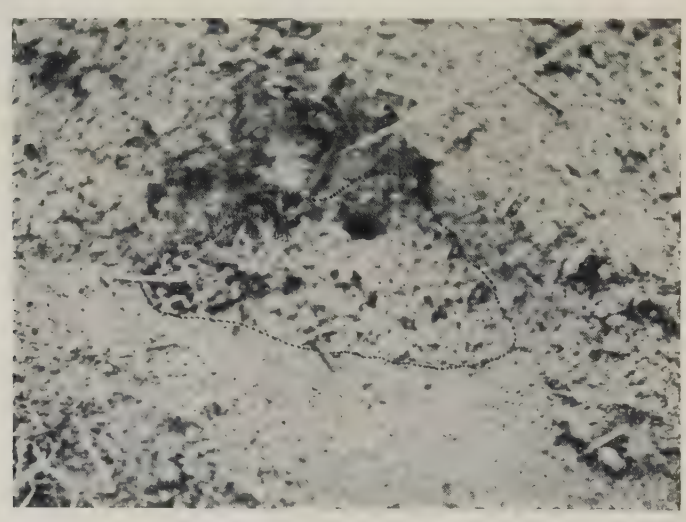


Abb. 15. Eine bei Regen verengte Nestöffnung von *Atta sexdens*. Die ursprüngliche Größe der Nestöffnung ist durch eine punktierte schwarze Linie angegeben.

es nicht zweifelhaft sein, daß die Ameisen hier, um sich die Arbeit zu erleichtern und Weg zu sparen, die Erde in das alte Gangsystem und die verlassenen Pilzkammern gebracht hatten.

Aber nicht nur im Minieren sind die Blattschneiderameisen Meister, sie verstehen es auch ausgezeichnet, Maurer- und Mörtelarbeiten auszuführen. Ich habe früher schon mitgeteilt (1932, S. 165), daß die Nestöffnungen bei Regen, ja bereits bei drohendem Regen erheblich verengt werden. Diese Verengung erfolgt nicht nur durch einen Erdaufbau von unten her, sondern es wird auch gleichzeitig von dem oberen Rand des Einganges aus eine hängende Erdwand nach unten gebaut, bis die Nestöffnung auf ein etwa bleistiftstarkes Loch verkleinert ist, durch welches gerade noch ein Soldat passieren kann (Abb. 14 u. 15). Dabei können auch noch Halme, Blattstückchen und dergleichen mit verwendet werden.

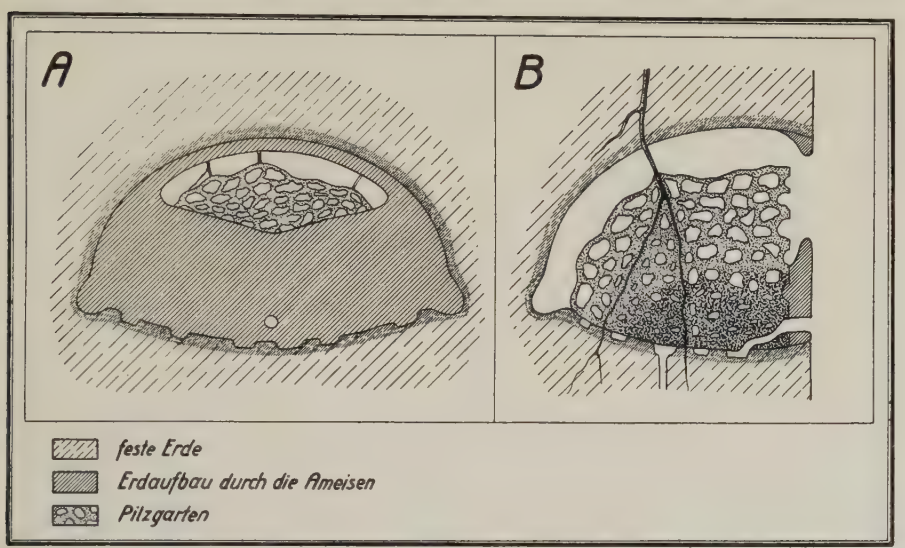


Abb. 16. Schematische Darstellung einer beim Aufgraben des Nestes angeschlagenen Pilzkammer, die von den Ameisen fast völlig wieder zugebaut ist. (*A* Aufsicht, *B* Schnitt.)

Auf Abb. 15, welche eine photographische Aufnahme einer bei Regen verengten ovalen Nestöffnung zeigt, bei der zur besseren Sichtbarmachung die ursprüngliche Größe durch eine punktierte Linie angedeutet ist, ist dies links unten deutlich zu sehen. Auch angeschlagene Pilzkammern, welche einen Pilzgarten enthalten, wurden bei unseren Ausgrabungsarbeiten stets in überraschend kurzer Zeit, oft in einer einzigen Nacht, von den Ameisen durch eine Erdwand wieder verschlossen, um den wertvollen Pilz vor dem Austrocknen zu schützen und für die Kolonie zu erhalten. Auch hierbei wurde nicht nur von unten nach oben eine Erdmauer errichtet, sondern gleichzeitig von der Decke her nach unten fortschreitend dieser entgegengebaut (Abb. 16). Es ist sehr wahrscheinlich, daß für diese komplizierten Erdbauten die natürliche Feuchtigkeit der herausgeschafften Erdpartikel nicht ausreicht, sondern daß noch ein klebriges Speichelsekret als Mörtel Verwendung findet. Von Ihering hat dies auch als Ursache für

den Zusammenhalt der Erdteilchen in den Nestkratern angenommen, was ich jedoch angesichts der Hinfälligkeit dieser Gebilde nicht für wahrscheinlich halten möchte.

d) Kanäle.

Jedes *Atta*-Nest enthält ein kompliziertes System von Kanälen oder Galerien, welche dem Verkehr zwischen dem Nestinnern und der Außenwelt sowie zwischen den verschiedenen Nestkammern dienen. Diese Kanäle bilden ein Labyrinth, das zu entwirren durch einfache Ausgrabungen nicht möglich ist. Die von mir früher (1932, S. 163 ff.) beschriebene Zementausgußmethode wird hier noch manche Aufschlüsse zu bringen in der Lage sein, ihre Anwendung erfordert jedoch sehr viel Zeit, die mir zu diesem Zweck in ausreichendem Maße nicht zur Verfügung stand. Ich habe mich daher vor allem dem Studium der Hohlräume gewidmet und bringe hier nur das, was ich hinsichtlich der Kanäle gelegentlich der Ausgrabungen beobachten konnte.

Der Ausgestaltung des Kanalsystems eines Nestes scheint ebensowenig ein starres Schema zugrunde zu liegen, wie der Anordnung der Nestöffnungen, die ja mehr oder weniger durch jenes bedingt ist. Ich glaube auch, daß eingehende Untersuchungen mit Hilfe der Ausgußmethode mehr negative als positive Ergebnisse in dieser Beziehung zeitigen werden, wenn auch vielleicht gewisse allgemeine Grundlinien in der Anlage des Kanalsystems sich ergeben mögen. Zahl, Verlauf und Größe der Kanäle richtet sich ganz offensichtlich nach den jeweiligen Anforderungen. Nach Bedarf werden neue Kanäle hergestellt resp. alte verlassen, was auch aus den mit Sand erfüllten Kanälen alter Nester unzweideutig hervorgeht. Nach dem Aussehen und dem Zweck der Kanäle lassen sich 4 Hauptgangtypen unterscheiden, nämlich ovale und runde Kanäle, Ventilationsschächte und Schleppkanäle (Eidmann 1932).

Die ovalen Kanäle verlaufen im Nest mit geringer Neigung, die runden Kanäle dagegen mit starkem Gefälle. Ovale Kanäle können, wenn sie einen steileren Verlauf annehmen, in runde übergehen und umgekehrt. Daher dürfte ein prinzipieller Unterschied zwischen ovalen und runden Kanälen nicht bestehen und das Gefälle des betreffenden Kanales für seinen Querschnitt maßgebend sein. Eine Erklärung hierfür habe ich auch bereits gegeben (1932, S. 170) mit der Annahme, daß die Ameisen es vermeiden, sich hängend an der Decke eines Kanals fortzubewegen, und daß daher die flach verlaufenden Gänge zur entsprechenden Vergrößerung der Lauffläche einen ovalen oder mehr rechteckigen Querschnitt haben müssen, während bei den steilen Kanälen eine eigentliche Grundfläche nicht vorhanden ist, und die Ameisen an allen Wänden sich gleich gut fortbewegen können. Diese Beobachtung ließ sich im allgemeinen bestätigen, allerdings wird bei starker Beunruhigung auch die Decke als Lauffläche benutzt, an der sich die Ameisen ebenfalls geschickt fort-

bewegen können. Im allgemeinen dürfte jedoch die gegebene Deutung richtig sein, und dadurch erklärt sich wohl auch das Vorherrschen flachstreichender ovaler Kanäle in den Nestern. Schon Bruch (1917, S. 159) beschreibt ovale Kanäle von geringer Höhe in den Nestern von *A. vollenweideri* For. Er schreibt über diese: „Esta clase de galerías son mayores y abundan en la parte superior del nido; a ellas conducen los canales de entrada." Diese Beobachtung deutet auf das auch von mir beschriebene Kanalgewirr in der oberen Nestschicht hin, das sich auch bei den älteren der im Jahre 1933 ausgegrabenen Nester von *A. sexdens,* nicht aber bei Jungbauten feststellen ließ. Ich halte es auch jetzt noch für eine Art Verkehrszone, welche gerade bei alten Nestern eine rasche Verbindung zwischen den verschiedenen Teilen der ausgedehnten Nestanlage ermöglicht. Ein oder mehrere besonders starke Hauptkanäle scheinen in dieser Verkehrszone vorzukommen, die sich an ihrem relativ gestreckten, allerdings stets flachen Verlauf und ihrer Größe erkennen und leichter verfolgen lassen.

Meine Deutung, daß die ovalen Kanäle vielleicht als strategische Straßen zu betrachten seien, die ganz oder vorwiegend im Dienste der Verteidigung des Nestes ständen, ließ sich nicht bestätigen. Diese Vermutung schien berechtigt auf Grund einer Beobachtung von Jacoby, daß aus den ovalen Gängen auch bei starker Beunruhigung nur Soldaten herauskämen. Diese Beobachtung konnte ich nicht machen, es zeigte sich in dieser Hinsicht vielmehr bei zahlreichen Versuchen keinerlei Unterschied zwischen den runden und ovalen Kanälen. Aus diesen wie aus jenen kamen bei einer Reizung der betreffenden Nestöffnung Soldaten und sehr bald kleine Arbeiter in großer Zahl zum Vorschein. Die runden und ovalen Kanäle des *Atta*-Nestes stellen somit die eigentlichen Nestkanäle dar, die Straßen, welche dem Verkehr, dem Transport, der Verteidigung, dem Herausschaffen der Erde usw. dienen; ein prinzipieller Unterschied zwischen ihnen existiert nicht, die Form ihres Querschnittes wird durch das Gefälle bestimmt.

Ventilationseinrichtungen sind aus den Bauten der meisten sozialen Insekten bekannt. Besonders genau beschrieben sind sie aus den Hügelnestern der pilzzüchtenden Termiten. Sie stellen Einrichtungen zur Regulierung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit sowie zur Erneuerung der Luft im Inneren des Nestes dar. Da von diesen Faktoren zum großen Teil das Wohlergehen einer Kolonie abhängt, nimmt es kein Wunder, daß die meisten sozialen Insekten einen sehr feinen Temperatursinn haben. So hat Herter (1923) feststellen können, daß die Arbeiter von *Formica rufa* L. Temperaturunterschiede von nur $^1/_4{}^0$ C noch mit Sicherheit zu unterscheiden vermögen und Steiner (1929) teilt mit, daß im Nest von *Lasius flavus* Fabr. ein in horizontaler Richtung vorhandener Temperaturunterschied von $^1/_2 - 2^0$ C bereits eine sehr lokalisierte Brutverteilung bewirkt. Gerade bei den pilzzüchtenden Ameisen darf man eine besonders gute Ventilation des Nestes, besonders der Pilzkammern erwarten, denn der

Pilz kann nicht wie die Brut nach einer jeweils geeigneten Stelle des Nestes gebracht werden, verlangt aber andererseits entsprechend den allgemeinen mykologischen Erfahrungen zu seiner Kultur eine sehr genaue Regulation der Temperatur und Feuchtigkeit. So hat denn auch bereits Belt (1874) für *A. cephalotes* L. und Wheeler (1907) für *A. texana* Buckl. das Vorhandensein besonderer Ventilationskanäle angenommen.

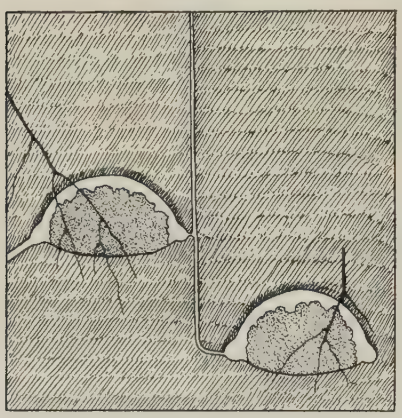


Abb. 17. Zwei Pilzkammern mit Ventilationsschacht.

Meine Annahme, daß die kleinen Nestöffnungen an der Oberfläche der Nester von *A. sexdens* Ventilationsöffnungen und die von ihnen ausgehenden kleinkalibrigen und steil in die Tiefe führenden Kanäle Ventilationschächte seien, konnte ich nun in Brasilien wenn auch nicht beweisen, so doch zu einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erheben. Bei den Ausgrabungen wurde zunächst versucht, den Verlauf der mutmaßlichen Ventilationskanäle zu verfolgen. Trotzdem dies sehr schwierig war und die Gänge immer wieder verschüttet wurden, konnte doch in einigen Fällen ein Zusammenhang mit den Pilzkammern gefunden werden. Es zeigte sich, daß die betreffenden Kanäle von der Seitenwand von Pilzkammern zunächst horizontal abgingen und dann mit einer fast rechtwinkligen Biegung zur Oberfläche führten. Manchmal standen sie außerdem durch kurze Seitenkanäle mit anderen Pilzkammern in Verbindung (Abb. 17).

Um zu erkennen, ob durch diese Kanäle Luft ein- oder ausströmt, wurden einige Rauchversuche gemacht. Dabei wurde mit einer langen Glasröhre vorsichtig Zigarrenrauch auf die Nestöffnungen, vor allem die Ventilationsöffnungen aufgeblasen. Der erste dieser Versuche, der am 21. September bei schwülem, windstillem Wetter mit leichtem Rieselregen an Nest Nr. 7 durchgeführt wurde, hatte negativen Erfolg. Der Rauch blieb eine Zeitlang in der betreffenden Nestöffnung stehen, bis er von einer zufällig auftretenden leichten Luftbewegung hinweggeführt wurde. Deutliche Luftströmungen in oder aus den Kanälen heraus konnten in keinem Fall ermittelt werden. Ein zweiter Versuch wurde am 28. Oktober bei ebenfalls völlig windstillem Wetter an dem kurz vor dem Schwärmen stehenden Nest Nr. 8 durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß der Rauch deutlich in verschiedene Nestöffnungen, vor allem die kleinen runden mutmaßlichen Ventilationsöffnungen, an denen keinerlei Verkehr herrschte, einströmte. An den großen Schwarmöffnungen blieb der Rauch stehen ohne einzudringen. Dieses Ergebnis zeigt meines Erachtens, daß die Deutung der kleinen runden Kanäle als

Ventilationsschächte richtig ist, und daß wenigstens zeitweise ein Luftausgleich durch diese stattfindet. Ich bin überzeugt, daß diese Luftströmungen von den Ameisen nach Bedarf reguliert werden können, etwa durch Verengen oder Verschließen der Mündung dieser Kanäle in die unterirdischen Kammern.

Vom praktischen Gesichtspunkt aus ist diese Frage nicht ohne Bedeutung. Ich habe den Gedanken erwogen, ob es nicht möglich sei, auf dem Wege der Luftschächte schwere Giftgase in das Nest einziehen zu lassen und dadurch die Kolonie abzutöten. Eine solche Maßnahme schien durchaus im Bereich der Möglichkeit zu liegen. Allerdings muß nach allem, was wir über die Fähigkeiten der Blattschneiderameisen wissen, erwartet werden, daß in diesem Fall ein sofortiger Verschluß der Lüftungskanäle erfolgt und dadurch dem Eindringen des tödlichen Gases der Weg versperrt wird. Wenn also nicht ein schlagartig wirkendes Gift Verwendung findet, welches den Ameisen zu irgendwelchen Abmehrmaßnahmen gar nicht erst Zeit läßt, dürfte wenig Aussicht auf Erfolg bestehen. Aber auch dann noch erscheint es mir sehr fraglich, ob angesichts der komplizierten Struktur der Pilzgärten und der Nesträume die Giftgase auf diesem Wege so vollständig in ein Nest einzudringen vermögen, daß das erstrebte Endziel, nämlich die restlose Vernichtung der zu bekämpfenden Kolonie, damit erreicht würde.

Die Schleppkanäle dienen zum Eintragen der Blattstücke in das Nest. Während bei *A. vollenweideri* For. die Blattstücke auf besonderen Schlepppfaden bis zum Nest getragen werden, so daß alte Nester dieser Art durch die radial von ihnen ausgehenden von der Vegetation befreiten Straßen ein sehr charakteristisches Aussehen erhalten können, werden vom Nest von *A. sexdens* die von mir schon früher (1932) kurz beschriebenen Schleppkanäle bis in die Gegend der Blatternte vorgetrieben. Da diese oft weit vom Nest entfernt ist, erreichen diese Kanäle eine Länge von oft 100, ja Hunderten von Metern. Die Schleppkanäle gehen meist oberflächlich, manchmal aber auch in ziemlicher Tiefe vom Nest aus, sie münden in der Regel in das oben beschriebene Kanalgewirr der oberen Nestschicht. Bei den Ausgrabungsarbeiten an dem alten Nest Nr. 1 wurde in 2 m Tiefe ein Kanal angeschlagen, der radial vom Nest wegführte und mit einer langen dünnen Stange nicht weniger als 3 m weit schnurgerade verfolgt werden konnte. Zweifellos handelt es sich hier um einen solchen Schleppkanal.

Die Schleppkanäle streben annähernd geradlinig ihrem Ziel zu, dabei verlaufen sie nur etwa 20—30 cm unter der Erdoberfläche, folgen also allen Unebenheiten des Bodens. Entsprechend ihrem horizontalen Verlauf haben sie ovalen Querschnitt. Die Eingeborenen verstehen es meisterhaft, durch Verfolgen der Schleppkanäle die Kolonie, welche gerade ihre Pflanzung plündert, ausfindig zu machen. Sie gehen dabei in der Weise vor, daß sie die Schleppkolonnen bis zum Eingang des Schleppkanals verfolgen, dessen Richtung sie dann mit einer hineingesteckten Gerte feststellen. Da

die Schleppkanäle geradlienig verlaufen, brauchen sie dann nur in der ermittelten Richtung weiterzugehen und alle 10—20 m zur Kontrolle einen Bodeneinschlag zu machen, um das oft weit entfernte Nest zu finden und evtl. zu zerstören. Ich habe selbst auf diese Weise mit Hilfe eines Eingeborenen einen Schleppkanal wohl 100 m weit bis zu dem dazugehörigen Nest verfolgen können.

Die Untersuchung zahlreicher Schleppkanäle zeigte, daß sich jedesmal etwa 30—50 cm hinter dem Eingang eine kammerartige Erweiterung mit flachem Boden und gewölbter Decke befand, die einer kleinen Pilzkammer ähnlich sah, aber keinen Pilzgarten enthielt (Abb. 18). Der Eingangskanal mündete an der Seite dieser Kammer, da wo Decke und Boden zusammenstießen, der zum Nest führende Kanal ging von der Mitte des Bodens aus. In der Regel fanden sich einige Soldaten in dieser Kammer, meist auch einige frisch geschnittene Blattstücke. Es handelt sich demnach vermutlich um einen Aufenthaltsraum für die Wache (ein oder mehrere Soldaten wurden stets als Wache am Eingang der Schleppkanäle bemerkt), vielleicht auch um einen Unterkunftsraum für die Schlepper, wenn diese nicht gerade tätig sind. Damit stände auch die Beobachtung im Einklang, daß in den Nestern keine Schlepper angetroffen wurden.

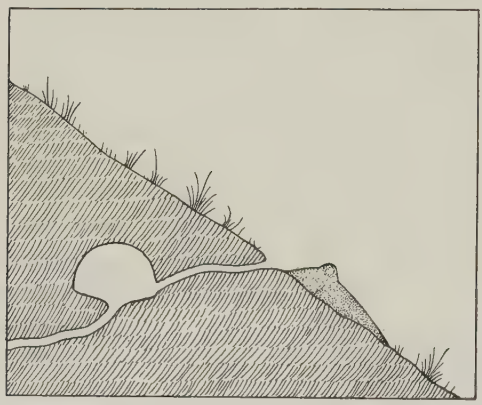


Abb. 18. Mündung eines Schleppkanals mit pilzkammerartiger Erweiterung.

e) Hohlräume.

Die Hohlräume des *Atta*-Nestes haben von jeher das größte Interesse erregt und weit mehr Beachtung gefunden als die bisher in diesem Kapitel beschriebenen Gebilde. Als Hohlräume kennt man die ursprüngliche Koloniegründungszelle, die Pilzkammern und den Zentralraum. Die Gründungszelle wurde in den von mir ausgegrabenen Nestern nicht gefunden. Sie scheint nach dem Verlust ihrer ursprünglichen Bestimmung aufgegeben zu werden und zerfällt oder wird ausgefüllt. Nach der weiter unten noch zu schildernden Art und Weise des Wachstums junger Nester ist dies auch ohne weiteres verständlich. Es ist daher nicht erforderlich, hier noch ausführlicher auf die Gründungszelle einzugehen, und ich kann mich auf die Darstellung der beiden anderen Arten von Hohlräumen im *Atta*-Nest beschränken.

I. Die Pilzkammern.

Die Pilzkammern (bras.: *Panellas*) sind die auffallendsten, zahlreichsten und zweifellos auch bedeutungsvollsten Hohlraumgebilde in den Nestern aller Blattschneiderameisen. Sie beherbergen die Pilzgärten, die alleinige Nahrungsquelle der Kolonie, ohne welche das Ameisenvolk in kürzester Frist zugrunde gehen müßte. Dementsprechend sind sie am längsten bekannt und bisher am eingehendsten von allen Teilen des *Atta*-Nestes untersucht worden. Trotzdem sind den bisherigen Beobachtern viele Einzelheiten entgangen, welche von größter Bedeutung sind und die Pilzkammern zu Gebilden machen, die hinsichtlich der Zweckmäßigkeit ihrer Anlage unsere größte Bewunderung erregen müssen.

Die Zahl der Pilzkammern in den Nestern von *A. sexdens* ist verschieden, entsprechend dem Alter der Kolonie; alte Nester enthalten mehr, junge weniger. Ihre Zahl kann sehr erheblich werden und muß den, der zum erstenmal versucht, ein altes Nest vollständig auszugraben, in höchstem Maße überraschen. In dem schon mehrfach erwähnten Nest Nr. 1, einem alten, in annähernd vierwöchiger Arbeit nahezu vollständig ausgegrabenen Nest wurden schätzungsweise 300 Pilzkammern freigelegt (leider wurde die Zahl nicht genau ermittelt), von denen etwa die Hälfte bewohnt, die andere Hälfte verlassen war. In dem Jungnest Nr. 2, das gleichfalls vollständig ausgegraben wurde, fanden sich genau 59 Pilzkammern. Über die Zahl der Panellas finden sich in der Literatur wenig genaue Angaben, ohwohl zahlreiche Untersuchungen darüber, besonders von den brasilianischen Behörden vorliegen sollen und dabei Zahlen bis zu 165 für ein Nest gefunden sein sollen. Ich bin zu der Überzeugung gekommen, daß diese Zahl noch erheblich überschritten werden kann. In sämtlichen alten Nestern, welche ich aufgegraben habe, fanden sich nämlich zahlreiche verlassene Pilzkammern, die als Abfallräume benutzt wurden. Ihre Zahl nimmt mit dem Alter der Kolonie zu, so daß man den Eindruck erhält, daß die Pilzkammern ihrer eigentlichen Bestimmung immer nur eine gewisse Zeit dienen, um dann aufgegeben zu werden. Der vitale Bereich des Nestes wird dabei allmählich seitlich weiter verlagert, und es entsteht auf diese Weise ein verlassener Nestabschnitt, der an Größe immer mehr zunimmt und schließlich größer werden kann als der bewohnte Nestteil. Über den verlassenen Nestabschnitt wird in dem folgenden Kapitel noch ausführlich zu berichten sein. Ich glaube daher, daß in sehr alten Nestern die Zahl sämtlicher Pilzkammern einschließlich der verlassenen mehr als Tausend betragen kann. Ich erinnere mich eines riesigen, offenbar uralten Nestes, das eine Ausdehnung von mehr als 30 m hatte, von dem ich bestimmt annehme, daß diese Zahl erreicht oder sogar überschritten war. Die Ausgrabung eines solchen Riesennestes erfordert natürlich sehr viel Zeit und Arbeitskraft, müßte aber im Interesse der Klärung dieser Frage doch einmal in vollem Umfang durchgeführt werden.

Die Größe der Pilzkammern schwankt stark, hält sich aber doch in gewissen Grenzen. Unterschiede hinsichtlich der Größe der Pilzkammern sind zwischen alten und jungen Nestern nicht vorhanden. Die genaue Ausmessung von 32 Pilzkammern aus verschiedenen Nestern, hauptsächlich aus Nest 1 ergab einen durchschnittlichen Durchmesser von 33 cm und eine mittlere Höhe von 20 cm. Die größte Kammer hatte einen Durchmesser von 75 cm bei einer Höhe von 24 cm, die kleinste maß 15 : 12 cm. Dabei sind selbstverständlich unvollendete, im Bau befindliche Pilzkammern nicht berücksichtigt. Interessant ist, daß selbst bei den größten Kammern die Höhe im allgemeinen 24 cm nicht übersteigt, vermutlich deshalb, weil der Pilzgarten bei seiner großen Zerbrechlichkeit und Hinfälligkeit wohl ziemlich unbegrenzt in die Breite, nicht aber über eine gewisse Höhe hinauswachsen kann, ohne die Gefahr, in sich zusammenzubrechen. Berechnet man den Inhalt einer Pilzkammer als Kugelkalotte unter Zugrundelegung der oben angegebenen Mittelwerte, so ergibt sich für ein großes Nest mit 150 Pilzkammern im vitalen Nestbereich ein Gesamtinhalt sämtlicher Pilzkammern von 1,85 cbm, ein Wert, der sicher nicht zu niedrig gegriffen ist.

Die Form und Ausgestaltung der Pilzkammern bedarf einer eingehenden Betrachtung. Der Plan ihrer Anlage scheint der Ausfluß genauester Berechnung und Überlegung zu sein und ist in seiner Zweckmäßigkeit höchst beachtenswert. Die Pilzkammern haben einen kreisrunden oder leicht ovalen Boden und eine sich darüber wölbende Kuppel, sie sind somit Hohlräume von annähernd halbkugeliger Gestalt. Bei großen Pilzkammern ist die Decke flacher, bei kleinen ist sie meist stärker gewölbt, da die Höhe nicht in so weiten Grenzen variiert wie die Grundfläche. Die Wände der Pilzkammern sind geglättet und ohne jede Unebenheit oder Rauhigkeit. Sie sind fester als das übrige Erdreich, und man kann beim Anschlagen im Querschnitt deutlich eine verfestigte Zone von etwa 1 cm Stärke erkennen, welche die Wand der Pilzkammer bildet (Abb. 19 vz). Der Querschnitt dieser verfestigten Zone zeigt oft ein weißliches Aussehen, so etwa, als sei die Wand in ihrem Bereich von einem feinen Pilzmyzel oder von winzigen Kalkkriställchen durchsetzt. Diese Zone fehlt allen übrigen Hohlräumen der Nestanlage, auch dem Zentralraum, Ich glaube, daß dieselbe von den Ameisen absichtlich hergestellt wird, vielleicht, indem die Wand mit einem klebrigen Speichelsekret getränkt wird, und daß diese Maßnahme den Zweck hat, zu verhindern, daß beim Umherlaufen an der Decke der Pilzkammer Erdkörnchen sich ablösen und auf den äußerst zerbrechlichen Pilzgarten fallen, der dadurch beschädigt werden könnte. Die Wände der Pilzkammern sind häufig mehr oder weniger deutlich in größerer oder geringerer Ausdehnung geschwärzt, wie man dies auch bei anderen, von Ameisen bewohnten Hohlräumen oft beobachten kann. Besonders der Boden der Kammern, soweit ihm kein Pilzgarten aufliegt, zeigt diese Schwärzung in der Regel sehr deutlich. Ich

möchte das Aussehen der Wände der Pilzkammern am besten mit unglasiertem, gebranntem und rauchgeschwärztem Ton vergleichen. Häufig finden sich kleine Steine in den Pilzkammern, wie sie in Gestalt von Gangquarz als Verwitterungsrückstand in dem Boden des Beobachtungsgebietes häufig vorkommen. Diese Steinchen sind zu schwer, um von den Ameisen herausgeschafft zu werden. Sie fallen daher beim Bau der Kammer auf deren Boden und werden später vom Pilzgarten umbaut. Oft werden sie auch, ihrer Lagerung im Boden entsprechend, nur teilweise freigelegt

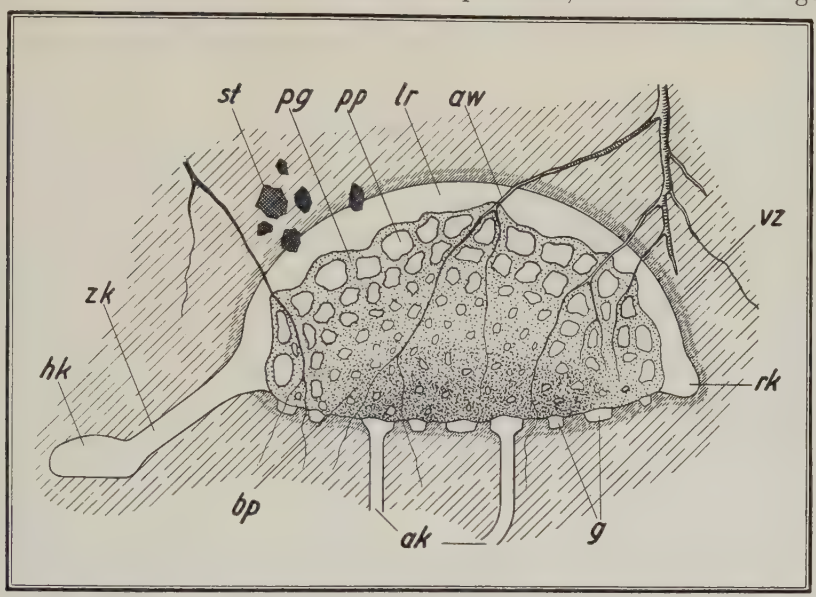


Abb. 19. Schematische Darstellung einer Pilzkammer mit Pilzgarten im Nest von *Atta sexdens*.
ak = vom Kammerboden ableitende Kanäle. aw = Aufhängewurzeln. bp = basaler kleinporiger und verfestigter Abschnitt des Pilzgartens. g = Gräben des Grabennetzes im Kammerboden. hk = ovaler Hauptkanal. lr = Raum zwischen Pilzgarten und Kammerdecke. pg = großporiger peripherer Abschnitt des Pilzgartens. pp = Poren im Pilzgarten. rk = Ringkanal. st = Steine. vz = verfestigte Zone der Kammerwand. zk = Zugangskanal der Pilzkammer.

und ragen aus der Wand hervor (Abb. 19, st). Auch ihre Oberfläche ist dann oft wie die der übrigen Wand geschwärzt.

Der Boden der Pilzkammern ist nie völlig eben, sondern ist in Gestalt einer flachen, tellerförmigen Mulde ausgehöhlt. Der Rand dieser Mulde wird umgeben von einem tief eingeschnittenen Ringkanal (Abb. 19, rk), dessen Wände ebenso wie die der Kammer geglättet sind. Der Ringkanal umzieht die ganze Basis der Pilzkammer, manchmal auch nur einen Teil derselben, doch ist er mit fast gesetzmäßiger Regelmäßigkeit zu finden. Er dient dem Verkehr in der Kammer und ermöglicht es den Ameisen, leicht an alle Teile des Pilzgartens heranzukommen. Die Bodenmulde, in welcher der Pilzgarten wie in einer flachen Schale ruht, ist nicht glatt, sondern von einem unregelmäßigen Netzwerk von Gräben (Abb. 19, g)

durchzogen. Diese Gräben sind am Rande der Mulde flach streichend, gegen die Mitte hin schneiden sie tiefer ein und führen wie ganze Flußsysteme zu einem oder mehreren zentral gelegenen Abfuhrkanälen (Abb. 19, ak) von geringem Durchmesser und rundem Querschnitt. Letztere führen zunächst senkrecht nach unten, biegen aber dann, wie verschiedentlich festgestellt werden konnte, meist seitlich ab, um sich zu vereinigen und einem benachbarten größeren Kanal zuzustreben. Die von dem Grabennetz umfaßten Erdpartien sind die Stützpfeiler des auf ihnen ruhenden Pilzgartens.

Die Zugänge zu den Pilzkammern münden stets in den Ringkanal, niemals in die Decke der Pilzkammern. Die von Escherich (1926, S. 601) wiedergegebene Darstellung Oliveiras ist in dieser Hinsicht unzutreffend. Auch die in viele Bücher übergegangene Abbildung Wheelers (1907, S. 736) halte ich nicht für richtig, obwohl ich *A. texana*, auf die sich diese Abbildung bezieht, nicht kenne, denn das Prinzip ist auch hier genau dasselbe. Würden nämlich die Zugänge in die Decke der Pilzkammern münden, so wäre es unvermeidlich, daß durch den Verkehr in diesen Zugangsstraßen Erde auf den Pilzgarten herabrieseln müßte, daß eindringendes Regenwasser diesen unmittelbar treffen würde, daß herabfallende Ameisen den Pilzgarten beschädigen könnten und dergleichen. Die Zugangskanäle münden daher seitlich aufsteigend in den Ringkanal. Meist sind es kurze, von einem Hauptkanal schräg aufsteigende Stichkanäle (Abb. 19, zk), entsprechend meiner schon früher (1932) gegebenen Schilderung, doch kann sich auch ein tangential vorüberführender Hauptkanal unmittelbar in den Ringkanal öffnen. Auch können benachbarte Pilzkammern durch Verbindungskanäle miteinander verbunden sein, die aber auch dann immer in den Ringkanal münden. Eine feststehende Regel scheint es in dieser Beziehung nicht zu geben. Die Zahl der Zugänge schwankt, sie beträgt meist 1—3. Außer diesen Zugangskanälen, die nicht immer, wie ich es früher angegeben hatte, rund sind, sondern auch oval sein können, findet man häufig die Mündung sehr kleiner Kanäle, die nur von den kleinen Arbeitern hergestellt sein können, in der Seitenwand der Pilzkammern. Es handelt sich dabei wahrscheinlich um die erwähnten Ventilationsschächte.

Die ganze Anlage der Pilzkammern, wie sie auf Grund meiner Beobachtungen hier beschrieben ist, wurde bereits als sehr zweckmäßig bezeichnet, und zwar zweckmäßig im Sinne einer Sicherung des wertvollen Pilzgartens gegen eindringendes Wasser. Es ist eine bekannte Tatsache, daß man die *Atta*-Nester durch Eingießen genügend großer Wassermengen abtöten kann. Daß das Wasser eine ernste Gefahr namentlich für Jungnester bildet, konnte ich selbst nach starkem Regenfall häufig genug beobachten, indem ich zahlreiche junge Kolonien fand, die glatt ersoffen waren. Ich bin auch überzeugt, daß ein genaueres Studium des Verlaufs der Kanäle noch viel auf die Entwässerung der Nester zielende Einrichtung

erkennen lassen wird. Dadurch, daß bei der Anlage der Pilzkammern vermieden wird, daß die Zugangskanäle in die Decke einmünden, dadurch ferner, daß die Zugangskanäle fast immer aufsteigende Kanäle sind, wird es im allgemeinen überhaupt nicht möglich sein, daß Wasser in die Pilzkammern eindringt. Tritt dieser verhängnisvolle Fall aber doch einmal ein, etwa durch Angraben der Nester durch Gürteltiere, wie ich es wiederholt beobachtet habe, so wird sich das eingedrungene Wasser im Grabennetz des Kammerbodens sammeln und durch die ableitenden Kanäle abfließen können. Der Pilzgarten kann dann durch Zubauen der Einflußöffnung oder durch Abtransport gerettet werden. Auch die Aufhängung der Pilzgärten an der Decke der Pilzkammern, wie sie von primitiven Attinen (z. B. der Gattung *Trachymyrmex, Mycetosoritis*, u. a.) durchgeführt wird, dient vermutlich dem Zweck, eine Durchnässung derselben durch einströmendes Wasser zu verhüten.

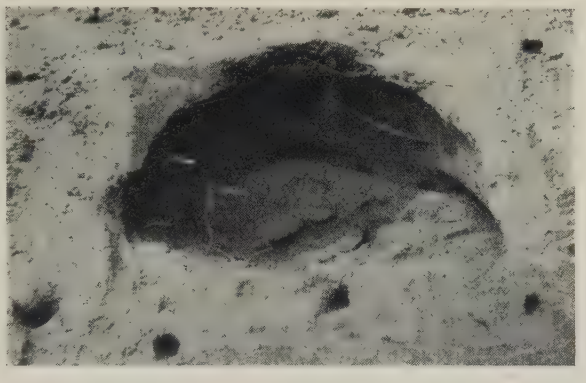


Abb. 20. Blick in eine angeschlagene Pilzkammer nach Ausräumung des Pilzgartens.
Man erkennt deutlich den Ringkanal und von ihm ausgehend 2 ovale Zugangskanäle. Ebenso sieht man die die Kammer durchziehenden Wurzeln und das Grabennetz des Kammerbodens. Einer der davon ausgehenden ableitenden Kanäle unmittelbar unter der Kammer ist im Durchschnitt zu sehen.

Sämtliche größeren Pilzkammern waren von lebenden Wurzeln durchzogen (Abb. 19, aw). Diese Wurzeln, die in allen Stärken von Haardünne bis Daumenstärke vorkamen und die Kammern in allen Richtungen hauptsächlich natürlich in der Vertikalen wie die Seile in einem Schnürboden durchspannten, werden von den Ameisen sorgfältig geschont (Abb. 20). Sie bilden das Aufhängegerüst für den Pilzgarten, der auch bei seiner Entstehung zunächst an diesen Wurzeln entlang gebaut wird, und man hat den Eindruck, daß die Pilzkammern und dementsprechend auch die Pilzgärten um so größer gebaut werden, je stärker der Boden durchwurzelt ist. Dies ist, wie ich annehme, auch der Grund, warum die Nester von *A. sexdens* sich mit besonderer Vorliebe an Waldrändern finden, und warum in unmittelbarer Umgebung des Nestes die Bäume und Sträucher nicht geschnitten werden. Würden sie nämlich ihrer Blätter beraubt und als Folge davon zugrunde gehen, so müßten die Wurzeln bald vermodern, und die Pilzgärten in der Tiefe des Nestes würden ihres stützenden Haltes beraubt und müßten zusammenbrechen. Deshalb scheuen die Ameisen es nicht weite Wanderungen zu unternehmen, um Blattmaterial

zu ernten. Pilzkammern, in welchen die Aufhängewurzeln spärlich waren oder fehlten, waren stets auffallend klein.

Im Zentrum des Nestes können die Pilzkammern sehr eng zusammenrücken. Ich habe Kammern gefunden, die nur durch eine papierdünne Erdschicht voneinander getrennt waren. Nicht allzu selten findet man dann auch verschmolzene Pilzkammern, die durch einen mehr oder weniger geräumigen, halbrunden Durchbruch miteinander in Verbindung stehen. Liegt der Boden solcher Pilzkammern auf verschiedener Höhe, so kommt dies in der Ausbildung einer Stufe zwischen den beiden zusammenhängenden Kammern zum Ausdruck (Abb. 21). Der Pilzgarten solcher zusammenhängender Kammern verschmilzt gleichfalls zu einem einheitlichen Gebilde, dessen Form dem zur Verfügung stehenden Hohlraum entspricht. Ich halte es für durchaus möglich, daß sehr große Kammern ursprünglich durch Verschmelzung getrennter Kammern entstehen. In dem großen Nest Nr. 1 habe ich bis zu 3 Kammern gefunden, die in der geschilderten Weise verschmolzen waren.

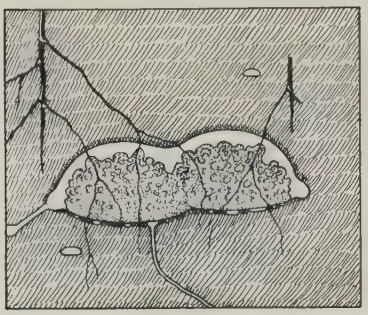


Abb. 21. Zwei verschmolzene benachbarte Pilzkammern von etwas verschiedener Höhenstufe mit einheitlichem Pilzgarten.

Bei alten Nestern liegen die höchstgelegenen Pilzkammern sehr oberflächlich. Bei Nest Nr. 1 fanden sich die ersten Kammern bereits in 40 cm Tiefe unter der Erdoberfläche und bei Nest Nr. 6 stießen wir sogar schon in 25 cm Tiefe auf die ersten Pilzkammern. Niemals jedoch fand ich Pilzkammern in der lockeren ausgeworfenen Erde. Ich war daher sehr überrascht, daß bei jungen Nestern die Pilzkammern erst in relativ großer Tiefe begannen. Bei dem Jungnest Nr. 2 stießen wir erst in 3 m Tiefe auf bewohnte Pilzkammern, so daß ich die Grabarbeit schon einstellen wollte, weil ich dachte, wir hätten gar kein Nest vor uns. Dies hängt mit dem eigenartigen Wachstum der Nestanlage zusammen, über das später noch eingehender berichtet wird. Die Tiefe bis zu der Pilzkammern angetroffen werden, die Tiefe der gesamten Nestanlage also, kann in tiefgründigem, trockenem Boden sehr beträchtlich werden. Ich fand in einem Fall die letzten Kammern erst in 5 m Tiefe, wo das Graben bereits sehr erschwert war. Herr H. Thönelt, der zahlreiche Nester im mittleren und nördlichen Brasilien ausgegraben hat, berichtete mir, daß er in einem Fall erst in 11 m Tiefe das Ende der Nestanlage erreichte. Bei meinen Grabungen fiel mir auf, daß jedesmal unterhalb der letzten Pilzkammern noch runde Kanäle senkrecht in die Tiefe führten, die mit Holzgerten noch mehr als 1 m weit verfolgt werden konnten. Wheeler (1907) hat bei *A. texana* Buckl. Ähnliches beobachtet und abgebildet: „From the lower series of chambers a number of galleries continued

down through another layer of clay, and finally united to form a single long gallery, ..." Es handelte sich hier um einen Schleppkanal, der erst 65 m vom Nest entfernt ausmündete. Auch in den von mir beobachteten Fällen wird es sich um Schleppkanäle handeln, doch glaube ich, daß diese in der Tiefe abgehenden Schleppkanäle gleichzeitig Wasserableitungsrohre sind, denn die vorzügliche Drainage des Nestes wäre in dem schweren Boden zwecklos, wenn eingedrungenes Wasser nicht einen Abfluß hätte. In Anbetracht der bekannten Heftigkeit und Plötzlichkeit tropischer Regengüsse wird sicherlich der oberflächliche Verschluß der Nestöffnungen in vielen Fällen versagen. Derartig eindringendes Regenwasser wird dann das Nest glatt durchströmen und durch die Basalkanäle abfließen können, ohne Schaden anzurichten, denn die beschriebene raffinierte Anlage der Pilzkammern bietet die Gewähr, daß kein Wasser in sie eindringen kann. Allerdings ist dieses Drainagesystem nur in hügeligem Gelände möglich, wo aber auch die Gefahr des Eindringens von Wasser, das die Hänge herabströmt und sich in Sturzbächen sammeln kann, besonders groß ist.

In den von mir untersuchten Nestern fand ich relativ wenige Pilzkammern, die im Bau befindlich und noch nicht fertiggestellt waren. An diesen wenigen ließ sich jedoch erkennen, daß die Pilzkammern zunächst als annähernd kugelige Hohlräume angelegt werden und erst allmählich ihre charakteristische Form annehmen. Die Kammer wird in jedem Fall erst völlig fertiggestellt, bevor der Pilzgarten in ihr angelegt wird; niemals fand ich Pilzgärten in halbfertigen Kammern. Auch dies erklärt sich daraus, daß der Pilzgarten durch herabrieselnde Erde nicht beschädigt werden darf, was während der Bautätigkeit in der Kammer unvermeidlich wäre.

II. Der Zentralraum.

Der Zentralraum wurde von Jacoby aufgefunden und von mir (1932) zuerst beschrieben. Es handelt sich um einen in seiner Bedeutung zunächst noch völlig rätselhaften Hohlraum in der Tiefe des Nestes von *A. sexdens*, der sich durch seine Größe, seine ganze Ausgestaltung sowie vor allem auch durch die Einmaligkeit seines Vorkommens im Nest von den Pilzkammern grundlegend unterscheidet. Er war von Jacoby in 2 Nestern gefunden worden, so daß die Gesetzmäßigkeit seines Vorkommens erwiesen schien. Es war von vornherein klar, daß ich diesem rätselhaften Gebilde, das vielleicht als lebenswichtiges Zentrum der Kolonie zu betrachten war, bei meinen Ausgrabungen besondere Aufmerksamkeit zuteil werden ließ. Von den beiden Nestern, die ich vollständig ausgraben ließ, fand sich nur in dem Jungnest Nr. 2 ein Zentralraum, den ich hier zunächst beschreiben möchte, bevor ich auf eine Diskussion über seine Bedeutung eingehe.

Die vitale Zone des Nestes Nr. 2 lag, wie schon erwähnt, sehr tief unter der Erdoberfläche, die ersten Pilzkammern fanden sich in 3 m Tiefe.

Vor der Region der Pilzkammern und noch unter diese hinabreichend auf der dem Hang zugekehrten Seite fand sich ein mächtiger, senkrecht stehender, röhrenförmiger Hohlraum, der in seiner Lage und Ausgestaltung in fast allen Einzelheiten mit meiner früheren Beschreibung (1932, S. 173ff.) übereinstimmte, und den ich infolgedessen sofort als Zentralraum erkannte. Seine Form und Lage geht aus Abb. 22 und 23 hervor. Man erkennt

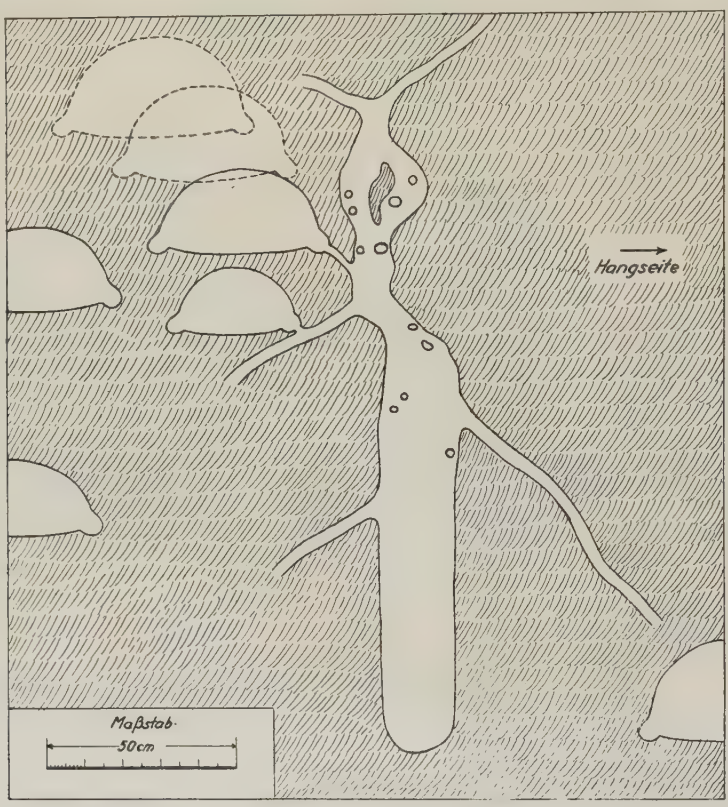


Abb. 22. Schematische Darstellung des Zentralraums von Nest Nr. 2.
In der oberen Hälfte sind die in die Rückwand einmündenden Kanäle maßstabgetreu eingetragen.

darauf, daß der Zentralraum aus einem kleineren, unregelmäßig gestalteten oberen und einem großen, regelmäßig zylindrischen unteren Teil besteht. Die Gesamthöhe des Zentralraumes betrug 1,70 m; davon entfallen 0,60 m auf den Oberteil, der Rest auf den Unterteil. Ober- und Unterteil sind etwas seitlich gegeneinander verschoben und durch ein 8 cm starkes Verbindungsrohr miteinander verbunden. Der Oberteil ist an seiner breitesten Stelle (24 cm) durch eine kurze, unregelmäßige Scheidewand in 2 oben und unten zusammenhängende Abschnitte geteilt. An der Spitze des Oberteiles münden einige riesige Kanäle ein. Der Unterteil ist, wie auf Abb. 23

besonders schön zu erkennen ist, ein senkrecht stehender sehr regelmäßiger Hohlzylinder von beträchtlicher Breite (22 cm max. Durchmesser). Leider ließ sich die Basis des interessanten Raumes nicht genau untersuchen, da trotz größter Vorsicht bei der Ausgrabung Erde hineinfiel, die sich nicht mehr unter Erhaltung aller Einzelheiten entfernen ließ. Die Wand des Zentralraumes ist locker und bröckelig. Sie ist mit Vorsprüngen und Warzen versehen, und zahlreiche, oft mehrere Zentimeter tiefe Nischen verleihen ihr ein merkwürdig rauhes Aussehen. Zahlreiche große und kleine Kanäle münden in die Wand, besonders die Rückwand des Zentralraumes, meist schräg zu ihr aufsteigend. In der oberen Hälfte wurden nicht weniger als 19 derartige Kanaleinmündungen gezählt.

Abb. 23. Blick in den Ausgrabungsschacht von Nest 2 mit Zentralraum und dahinter liegender vitaler Zone.

Unmittelbar hinter dem oberen Abschnitt des Zentralraumes lag eng aneinandergedrängt die Hauptmasse der Pilzgärten. Unter ihnen fielen 3 mächtige Kammern von 50—55 cm Durchmesser und 22—24 cm Höhe besonders auf, die unmittelbar hinter dem Oberteil lagen und mit diesem durch kurze Kanäle in Verbindung standen (Abb. 23). Vor dem Zentralraum waren keine Pilzkammern mehr vorhanden, nur eine, allerdings sehr große (die gleichfalls auf Abb. 23 rechts unten zu sehen ist), die nur einen kleinen, eben angefangenen Pilzgarten enthielt und mit dem Zentralraum durch einen mächtigen schräg aufsteigenden Kanal in Verbindung stand, lag vor ihm im Niveau seiner Basis.

Der Zentralraum stimmt in fast allen Einzelheiten mit meiner früheren Beschreibung überein, nur daß der Unterteil erheblich größer ist als dort. Meine Vermutung, daß der Zentralraum ein regelmäßig vorkommendes Gebilde sei, wird dadurch bestätigt. Der hier geschilderte Zentralraum wurde am 4. Oktober angeschlagen und am nächsten Tag fertig ausgegraben, er war vollkommen leer. In dem alten Nest Nr. 1 war, wie erwähnt, kein Zentralraum vorhanden.

Es ist ohne weiteres klar, daß ein so riesiges und regelmäßig vorkommendes Gebilde wie der Zentralraum irgendeine sicherlich wichtige Bedeutung haben muß. Ich hatte daher von der Möglichkeit gesprochen, daß er ein lebenswichtiges, vitales Zentrum der Kolonie sei und der Vermutung Ausdruck gegeben, daß er eine Art Brutraum darstellen könne, „in dem besondere Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen herrschen,

und in dem die Eier bis zum Ausschlüpfen vielleicht in besonderer Weise gepflegt werden". Gegen diese Deutung spricht die Feststellung, daß keine Eier in dem Zentralraum gefunden wurden, und daß diese vielmehr in den Pilzgärten in sämtlichen Entwicklungsstadien lagerten. Auch würde seine enorme Größe in beträchtlichem Mißverhältnis zu den winzig kleinen Eiern stehen. Auch die Annahme, der Zentralraum sei der Aufenthaltsort für die Geschlechtstiere vor dem Ausschwärmen, läßt sich nicht halten. Die Beobachtung, daß der Zentralraum gerade in jungen Nestern vorkommt, in alten geschlechtsreifen Kolonien aber fehlt (das *Atta*-Volk Nr. 2 war noch nicht geschlechtsreif; es enthielt keine geflügelten Geschlechtstiere wie alle untersuchten alten Kolonien, die zu jener Zeit kurz vor dem Schwärmen standen), zeigt dies mit genügender Deutlichkeit. Die jungen Geschlechtstiere halten sich vor dem Ausschwärmen in den Pilzkammern auf. Somit ist jedenfalls erwiesen, daß der Zentralraum weder ein Brutraum noch ein Aufenthaltsraum für die jungen Geschlechtstiere ist. Auch bestehen offenbar keine Lagebeziehungen zu einer hypothetischen Königinzelle; die alte Königin ist vielmehr in einem der bewohnten Pilzgärten im Zentrum des Nestes zu finden. Somit sind die Feststellungen über die Bedeutung des Zentralraumes zunächst lediglich negativer Art, und wir müssen hinter die Frage nach seiner Funktion vorläufig noch ein großes Fragezeichen setzen. Man könnte allenfalls daran denken, daß der Zentralraum in den tiefliegenden Jungnestern irgendwie mit der Temperatur und Feuchtigkeitsregulation im Nest zusammenhängt. Sich in weiteren Vermutungen über seine Bedeutung zu ergehen, hieße jedoch, sich auf das Glatteis höchst gewagter Spekulationen zu begeben. Man wird jedoch dem Zentralraum in Zukunft aus theoretischen wie praktischen Gründen größte Aufmerksamkeit schenken müssen.

f) Gesamte Nestanlage.

Nach der Darstellung der Einzelheiten der Nestarchitektur soll nunmehr ein Blick auf die Gesamtheit der Nestanlage geworfen werden. Dabei ist vorauszuschicken, daß in der Anlage junger und alter Nester wesentliche Unterschiede bestehen. Zunächst sei die Anlage eines alten Nestes unter Zugrundelegung meiner Beobachtungen an Nest Nr. 1 betrachtet. Abb. 24 zeigt eine schematische Darstellung der Nestanlage und gibt die wesentlichen Züge derselben wieder; das Nest ist dabei durchschnitten gedacht und von der Hangseite aus gesehen.

Das Nest besteht, wie oben bereits angedeutet wurde, aus einem bewohnten und einem verlassenen Nestabschnitt. Letzterer, der nicht ganz ausgegraben wurde, liegt seitlich, in unserem Fall links vom bewohnten Abschnitt. Er besteht aus zahlreichen verlassenen Pilzkammern, die mit Abraum oder Erde mehr oder weniger vollständig gefüllt sind. Soweit diese Abraumkammern dem bewohnten Nestteil unmittelbar benachbart liegen, stehen sie mit ihm durch offene Kanäle in Verbindung. Die an

Masse nicht unerheblichen Abfälle der Kolonie werden durch diese Kanäle in die verlassenen Pilzkammern gebracht und dort endgültig untergebracht. Eine reiche Fauna und Flora von Saprophyten und saprophagen Tieren, sowie diesen nachstellenden Räubern und Parasiten, die zum großen Teil durch die Kanäle des bewohnten Nestabschnittes eindringen, macht sich hier breit. Eine Fülle der interessantesten Gestalten bevölkert diese mit organischem Detritus, vor allem dem vom *Atta*-Pilz ausgelaugten und daher für die Kolonie wertlosen Blattmaterial erfüllten alten Kammern.

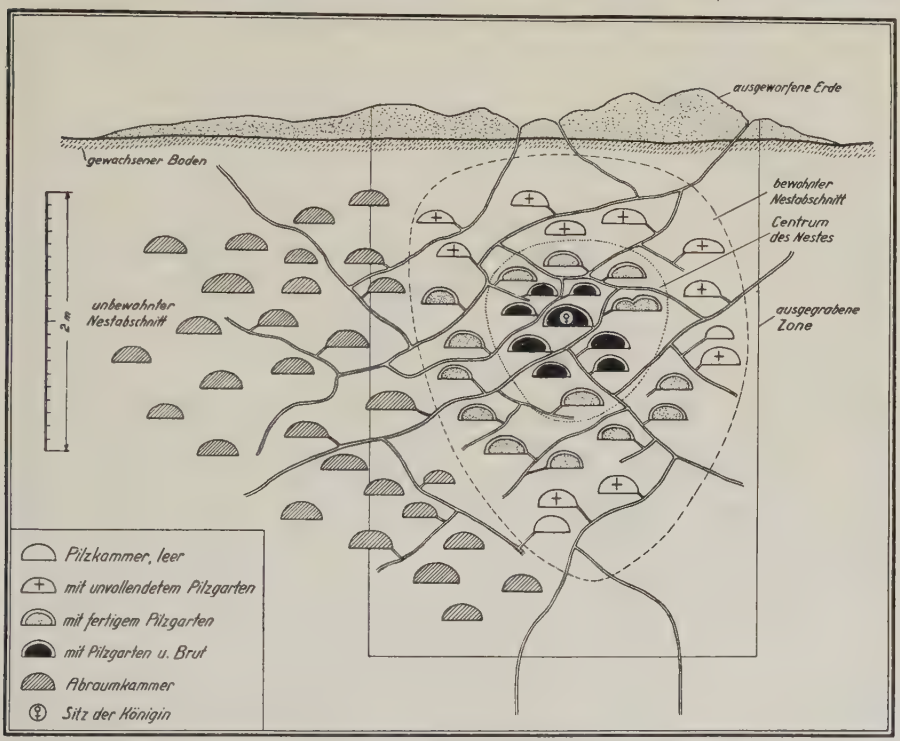


Abb. 24. Schematischer Schnitt durch ein altes Nest von *Atta sexdens*. (Nest Nr. 1.) Hangneigung senkrecht zur Bildebene. Die Darstellung soll die Lagebeziehungen der Kammern und Nestabschnitte zeigen; der Verlauf der Kanäle ist lediglich mutmaßlich angegeben.

Der gesamte verlassene Nestabschnitt enthält daher eine in der Zusammensetzung ihrer Einzelglieder höchst eigenartige und in sich relativ gut geschlossene Biozönose, deren mannigfache Anpassungserscheinungen zu den verschiedenen Stufen der Myrmecophilie überleiten, die gerade bei den Attinen noch sehr wenig bekannt sind.[1]) Der verlassene Nestabschnitt

[1]) In einer kurzen vorläufigen Mitteilung (Eidmann, H., Die Gastverhältnisse bei *Atta sexdens* L., Entomologische Beihefte aus Berlin-Dahlem Bd. 1, 1934) habe ich hierüber bereits kurz berichtet. Außerdem wird das gleiche Thema noch Gegenstand einer ausführlichen späteren Abhandlung werden, und dann wird im folgenden Kapitel dieser Arbeit gleichfalls noch einiges über den verlassenen Nestabschnitt, seine Bedeutung und Einwohner zu sagen sein.

grenzt nur an einer Seite an den bewohnten Abschnitt. Dies gestattet den Rückschluß, daß die Pilzkammern nur auf einer Seite verlassen werden und der bewohnte Nestabschnitt langsam nach der anderen Seite weitergeschoben wird. Die Auffindung eines uralten Riesennestes, dessen ausgeworfene Erde sich als langer Streifen an einem Hang entlangzog, dürfte

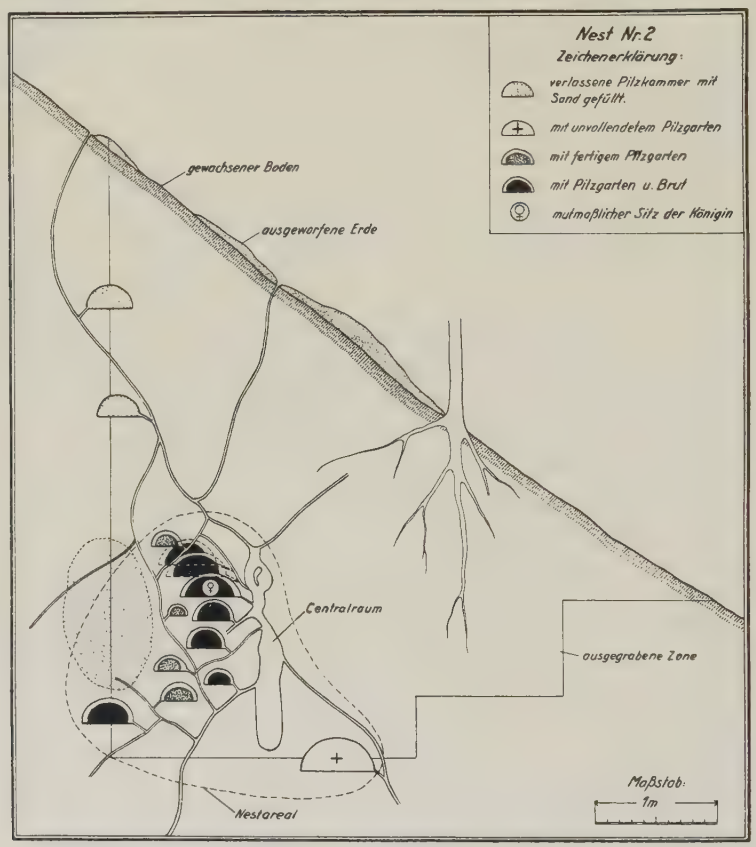


Abb. 25. Schematischer Schnitt durch ein Jungnest von *Atta sexdens*. (Nest Nr. 2.)
Zeigt die Lagebeziehungen der Pilzkammern zueinander und zum Zentralraum. Kanäle mutmaßlich angegeben. Die große punktierte Zone links unten ist ein mit lockerem Sand gefüllter Hohlraum.

dies bestätigen. Die Nester wandern also gewissermaßen in einer Richtung weiter und dehnen sich nicht über eine gewisse Größe in die Breite aus. Die entfernter liegenden Teile des verlassenen Nestabschnittes sind schließlich gegen die bewohnte Zone völlig abgeschlossen, indem hier auch die Kanäle mit Sand und Abraum gefüllt und nicht mehr passierbar sind. Verlassene Pilzkammern fand ich in sämtlichen älteren Nestern, die ich geöffnet habe.

Der bewohnte Nestabschnitt beginnt bereits wenige Dezimeter unter der Erdoberfläche und erstreckt sich, sich nach unten verjüngend, bis in

beträchtliche Tiefe. Bei Nest 1 wurde die tiefste bewohnte Pilzkammer in annähernd 4 m Tiefe gefunden, bei Nest 2 sogar noch tiefer. Das bewohnte Nestareal nimmt somit in seiner Gesamtheit einen ungefähr umgekehrt eiförmigen Raum ein (Abb. 24, gestrichelt umrandete Zone). Es besteht aus Pilzkammern mit fertigen Pilzgärten, solchen mit eben begonnenen Pilzgärten und leeren oder im Bau befindlichen Kammern. Im Zentrum dieses Abschnittes liegen die Pilzkammern besonders dicht, und viele sind in der schon beschriebenen Weise miteinander verschmolzen. Auch fallen die Kammern durch ihre besondere Größe auf und enthalten zum großen Teil Brut, während diese in den peripheren Kammern des bewohnten Nestabschnittes in der Regel nicht zu finden ist. Schließlich fand sich auch in einer der zentral gelegenen größen Kammern die alte Königinmutter der Kolonie. Ich möchte daher diese zentral gelegene Partie des bewohnten Nestabschnittes als Zentrum des Nestes bezeichnen.

Das Jungnest Nr. 2 (Abb. 25) hatte keinen verlassenen Nestabschnitt. Von den 59 Pilzkammern dieses Nestes lagen 52 in einer eng begrenzten Zone in großer Tiefe (3—5 m) unmittelbar hinter dem Zentralraum (nur 1 davor). 50 davon waren mit fertigen Pilzgärten besetzt, eine mit einem kleinen, eben begonnenen Pilzgarten, und eine war leer, offenbar gerade im Bau fertiggestellt. Die restlichen 7 Pilzkammern fanden sich in höheren Schichten, und zwar in 2 Stufen von durchschnittlich je 1 m Abstand und waren mit Sand ausgefüllt; verlassene Kammern mit Pilzabraum waren nicht vorhanden. Demnach werden die jungen Nester wahrscheinlich unter Aufgabe der zuerst angelegten Pilzkammern der oberen Schichten sehr bald in größere Tiefe verlegt und erstarken dort zunächst, bevor sie sich wieder nach oben ausdehnen. Auch die Anlage von Abraumkammern und damit die Entstehung eines unbewohnten Nestabschnittes fällt erst in spätere Zeit.

g) Wachstum der Nester.

Damit kommen wir zu der interessanten Frage des Wachstums der Nester, einer Frage, die keineswegs so einfach zu beantworten ist, wie es zunächst schien. Gerade die Beobachtungen an Nest 2, dessen Anlage soeben geschildert wurde, wirft auf diese Frage interessante Streiflichter. Über die Koloniegründung und die Anlage der ersten Nestkammer von *A. sexdens* sind wir durch die eingehenden Untersuchungen von v. Ihering (1898), Huber (1905) und Escherich (1926) unterrichtet, und auch ich habe zu diesem Thema (1932) einiges mitgeteilt. Danach gräbt die junge Königin nach vollendetem Hochzeitsflug und dem Abwerfen der Flügel eine kleine Koloniegründungszelle etwa 10—20 cm unter dem Boden, deren Zugangskanal sorgfältig verschlossen wird. In diesem „Kessel" errichtet sie einen kleinen Pilzgarten und zieht die ersten Arbeiter heran, welche die Verbindung mit der Außenwelt wieder herstellen und dann alle sozialen Arbeiten, wie Nestbau, Pflege der Brut und des Pilzgartens, übernehmen.

Bis zu diesem Zeitpunkt ist die Sache klar, wie aber nun die Kolonie und das Nest weiterwächst, darüber wissen wir so gut wie nichts. Gerade junge Kolonien sind bisher eigentlich überhaupt noch nicht untersucht worden. Dabei wäre es eine Kleinigkeit, nach dem Schwärmen zahlreiche sich eingrabende Königinnen aufzusuchen, ihre Erstlingsnester zu markieren und vor Feinden zu schützen und nach beliebigen Zeitabständen auszugraben. Man könnte dadurch das Wachstum der Nester genau verfolgen. Solange derartige Untersuchungen nicht durchgeführt sind, sind wir mehr oder weniger auf Vermutungen angewiesen.

Es kann kaum zweifelhaft sein, daß die ersten Arbeiter einer Kolonie sehr bald nach der Öffnung des Zugangskanals zum Koloniegründungskessel die Nestanlage erweitern, und zwar in erster Linie nach unten hin. Die Kanalansätze an den Ausgüssen von Jungnestern (Eidmann, 1932, S. 161) zeigen dies. Die erste große Pilzkammer wird in einer Tiefe von etwa 1 m angelegt. Es ist anzunehmen, daß nach ihrer Fertigstellung der noch kleine Pilzgarten alsbald dorthin verpflanzt und durch Zufuhr von reichlichem Blattmaterial vergrößert wird. Gleichzeitig wird die gesamte junge Kolonie einschließlich der Königin dorthin umziehen. Die Gründungszelle wird vermutlich völlig aufgegeben und wahrscheinlich mit Erde ausgefüllt. Ihre Beibehaltung würde angesichts ihrer geringen Tiefe eine starke Gefährdung ihres Inhaltes bedeuten, da gerade die Jungnester von insektenfressenden Tieren (Gürteltier, Nasenbär u. a.), denen das schwache Ameisenvolk noch keinen erfolgreichen Widerstand zu leisten vermag, besonders gern geplündert werden.

Die Tendenz zur Erreichung der schützenden Tiefe scheint auch die künftige Erweiterung der Nestanlage zunächst noch zu bestimmen. Die nächsten Pilzkammern finden sich wieder in etwa 1 m Abstand unter der ersten, und erst in etwa 3—4 m Tiefe scheint sich das Volk so sicher zu fühlen, daß es hier ein größeres Nest errichtet, in welches die Kolonie übersiedelt und dabei die zuerst angelegten Pilzgärten der oberen Stufe mitnimmt. Die verlassenen Pilzkammern der höheren Region werden dann mit Erde von den Grabarbeiten des Hauptnestes ausgefüllt. Dieses Stadium zeigt Nest Nr. 2, dessen Anlage oben geschildert wurde. Nach Angabe der Eingeborenen, die vielfach ihr ganzes Leben im Kampf mit der *Atta* zubringen und viele gute Beobachtungen über diesen Schädling gemacht haben, sollte es 3—4 Jahre alt sein.

Entsprechend der Ausgestaltung der Altnester ist nunmehr anzunehmen, daß nach Erreichung des geschilderten Stadiums das Nest mit dem weiteren Erstarken der Kolonie wieder nach oben wächst und sich konisch erweiternd sich allmählich bis unter die Erdoberfläche ausdehnt. Da nunmehr auch die Masse des verbrauchten Blattmaterials aus den Pilzgärten stark zunimmt und dieses nicht wie bei anderen *Atta*-Arten aus dem Nest herausgeschafft wird, wird ein Teil alter Kammern an der Peripherie der einen Seite verlassen und als Abfallkammern benutzt. In

ihnen wird das ausgelaugte Blattmaterial deponiert, und im Laufe der Zeit wächst der so geschaffene unbewohnte Nestabschnitt immer mehr an, während das bewohnte Nest nach der entgegengesetzten Seite durch weiteren Ausbau des Kanalsystems und die Errichtung neuer Pilzkammern weiterrückt. In diesem Stadium befand sich Nest 1.

Es ist nicht anzunehmen, daß die *Atta*-Kolonien in ihrer Volkszahl unbegrenzt weiterwachsen können, sondern daß ihr Wachstum nach Erlangung einer gewissen Größe aufhört, um sich mit geringen Schwankungen auf der erreichten Höhe zu halten. Da die *Atta*-Kolonien auf Grund meiner Befunde mit größter Wahrscheinlichkeit monogyn sind und bleiben, dürfte diese Höhe von der Fruchtbarkeit (Zeugungskraft) der Königinmutter der Kolonie abhängig sein. Die Kolonie wächst so lange, bis der natürliche Abgang (Mortalität) der Arbeiter durch den physiologischen Alterstod und den normalen Umweltwiderstand durch die Fruchtbarkeit der Königin gerade ausgeglichen wird. Da die Zeugungskraft der Königin beschränkt ist, wird demnach durch sie die Maximalgröße einer Kolonie bestimmt.

Teil II (Schluß) dieser Arbeit nebst dem Literaturverzeichnis für beide Teile folgt im nächsten Heft.

Beitrag zur Rassenfrage bei Culex pipiens.

Von

Dr. **A. de Buck.**
(Konservator der Abteilung.)

(Aus dem Institut für Tropenhygiene zu Amsterdam [Direktor Prof. Dr. W. A. P. Schüffner], Abteilung für Zoologie [Prof. Dr. N. H. Swellengrebel].)

Einleitung.

Im Jahre 1929 hat Roubaud zwischen zwei Rassen von *Culex pipiens* unterschieden, denen er 1933 noch eine ausführliche zusammenfassende Arbeit widmet. Die gewöhnliche Rasse, die er *Culex pipiens pipiens* nennt, ist heterodynam, d h. nach einer gewissen Zahl von fortpflanzungsfähigen Generationen muß immer eine Ruhegeneration folgen. Diese Aufhebung der sexuellen Tätigkeit ist aber nicht von der herbstlichen Temperatur-Erniedrigung bedingt. Während dieser Ruhezeit wird keine Nahrung genommen, nur am Ende derselben kann man die überwinternden ♀ durch Erhöhung der Temperatur veranlassen Blut zu saugen und ihre Eier zu reifen. Zur Eireifung brauchen die ♀ dieser Rasse unbedingt Blutnahrung. Die Rasse ist eurygam, die Begattung findet nicht in engem Raum statt. Die zweite Rasse, die Roubaud *C. pipiens autogenicus* nennt, ist homodynam, d. h. sie ist immer fortpflanzungsfähig; wenn nur die Temperatur es gestattet, können die Generationen sich ohne Unterbrechung das ganze Jahr hindurch entwickeln. Der wichtigste Charakter dieser Rasse ist die autogene Eiproduktion der frischgeschlüpften ♀, das erste Gelege wird ohne vorhergegangene Blutmahlzeit, ja ohne irgendwelche Nahrung, bloß auf Kosten der larvalen Reservestoffe ausgebildet; für spätere Eiablagen ist eine Blutmahlzeit allerdings unerläßlich. Überdies ist die Rasse stenogam, die Begattung findet auch in engem Raum statt.

Eine Reihe von Autoren hat sich gegen diese Roubaudsche Auffassung ausgesprochen und in seinem Sammelreferat „Die Blutnahrung, die Erzeugung der Eier und die Überwinterung der Stechmückenweibchen“ (1933) will Hecht noch immer nichts von einem Bestehen zweier Rassen wissen. Auch mit Mücken aus bereits vorhandenen Laboratoriumszuchten, bei denen sich seither Eiablagen ohne Blutnahrung nicht gezeigt hatten, hat er dieselben durch entsprechende Larvenaufzucht erhalten können (1932, S. 596). Weyer (1934) hat sogar bei *Anopheles maculipennis*, nach Fütterung der Larven mit Blut

und Leber, den Beginn einer autogenen Eientwicklung festgestellt. Der Befund, daß man durch Aufzucht der Larven mit abnormaler Kost eine autogene Eireifung hervorrufen kann, beweist aber nicht, daß keine besondere autogene Rasse bestehen kann. Meine eigenen Beobachtungen und Versuche haben mich überzeugt, daß in Holland tatsächlich eine autogene Rasse besteht, die freilich mit der Roubaudschen Rasse nicht identisch zu sein braucht.

Aufzucht der holländischen autogenen Rasse.

Als im September 1932 in einem Amsterdamer Stadtviertel viel über angeblich sehr blutdürstige *C. pipiens* geklagt wurde, und dies nicht mit meiner Erfahrung stimmte, daß um diese Jahreszeit *C. pipiens* nicht mehr sticht, begann ich meine Versuche mit einigen in einem Schlafzimmer gefangenen blutgefüllten Weibchen. Ich ließ sie Eier legen und schon einige Tage nachdem die aus diesen Eiern gezüchteten Imagines geschlüpft waren, sah ich auf dem Wasser in dem Käfig einige Eigelege; irgendwelche Nahrung aber (Blut oder Zuckerwasser) hatten die Tiere noch nicht zu sich genommen. Auch erwiesen die Eier sich als befruchtet. Ich hatte also durch Zufall einen autogenen, stenogamen Stamm im Roubaudschen Sinne erhalten.[1]) Seither habe ich diesen Stamm ununterbrochen autogen weitergezüchtet, ohne jemals Blutnahrung zu reichen, im Winter im tropischen Zimmer (27 ° C), im Sommer bei gewöhnlicher Zimmertemperatur. Anfangs hielt ich die Generationen streng geschieden, so konnte ich bis Ende Mai 1933 12 Generationen zählen. Die Nahrung der Larven mag eine gewisse Rolle spielen bei der autogenen Eireifung, aber auch als mitunter die Fütterung der Larven sehr vernachlässigt wurde, waren die meisten Weibchen autogen. Allerdings darf die Nahrung nicht zu dürftig sein, sonst zieht sich nur die Larvalperiode in die Länge und man bekommt gar keine Imagines. In zwei Versuchen jedoch gelang es mir, die Larven auf der Grenze des Verhungerns groß zu ziehen, und hier waren eben 100 % der Weibchen autogen. Anderseits habe ich bei der typischen Rasse nie autogene ♀ gefunden, auch nicht bei reichlicher Fütterung oder sogar abnormaler Fütterung mit Leber. Diese Rasse wurde aus Eiern gezüchtet von überwinternden, in einem feuchten Keller gefangenen ♀, oder aus im Freien gesammelten Larven.

Morphologische Unterschiede.

Roubaud (1933) erwähnt einen morphologischen Unterschied zwischen seinen Rassen. Bei den Larven der autogenen Rasse soll die

---

[1]) Das Wort Zufall ist hier nicht eigentlich am Platz, die im Herbst blutsaugenden *Culex* gehören wohl meistens zur autogenen Rasse. Ich konnte diese Ansicht auch in diesem Jahre kontrollieren. Mitte Oktober wurde ich noch von einem *Culex* gestochen, das Tier wurde nach dem Blutsaugen gefangen, nach einigen Tagen legte es Eier ab und alle aus diesen Eiern gezüchteten Weibchen waren autogen.

Zahl der Zähne am Pecten des Siphon eine etwas höhere sein als bei den Angehörigen der anderen Rasse. Ich habe bei meinem Material aber die umgekehrten Verhältnisse gefunden, wie die Tabelle 1 zeigt.

Tabelle 1.

Mittlere Zahl der Zähne am Kamm (Siphonalpecten) der Larven. (Zwischen Klammern die Zahl der untersuchten Fälle, d. h. jede Larve gibt zwei Fälle.)

Larval-stadium	Typisch	Autogen	Bastarde ♂ typ. × ♀ autogen	Bastarde ♂ autogen × ♀ typ.
I	4,5 (78)	4,0 (70)	4,3 (61)	4,2 (87)
II	6,4 (93)	5,4 (79)	5,7 (41)	6,2 (63)
III	10,1 (67)	8,7 (75)	9,4 (49)	8,4 (56)
IV	14,3 (206)	11,5 (199)	12,6 (77)	12,3 (53)

Die typische Form hat in allen Stadien die größte Zahl und im 4. Stadium wird die Differenz recht bedeutend ($2{,}85 \pm 0{,}16$). Hier ist auch die F_1-Generation der beiden reziproken Kreuzungen schön intermediär. Bei den kleinen Zahlen hätte man eigentlich wohl mehr Unregelmäßigkeiten erwarten können als die eine beim 3. Stadium der zweiten Kreuzung.

Auch an den Schuppen des Striegels (Abdominalpecten) habe ich Zählungen angestellt, aber hier ist die Variationsbreite so groß und die Verteilung der Varianten so unregelmäßig, daß die untersuchten Zahlen wohl nicht genügen, um einen zuverlässigen Mittelwert zu bekommen. Für das 4. Stadium z. B. variiert die Schuppenzahl bei der typischen Form zwischen 24 und 53, bei der autogenen zwischen 28 und 55.

Tabelle 2.

Mittlere Zahl der Schuppen am Striegel (Abdominalpecten) der Larven.

Larval-stadium	Typisch	Autogen	Bastarde ♂ typ. × ♀ autogen	Bastarde ♂ autogen × ♀ typ.
I	11,2 (74)	10,4 (63)	10,7 (50)	9,7 (80)
II	21,0 (66)	21,1 (56)	20,8 (32)	19,5 (58)
III	45,3 (52)	40,0 (54)	41,6 (27)	36,6 (52)
IV	39,8 (75)	39,1 (42)	40,9 (44)	39,3 (20)

Im Gegenteil zum Kamm finden sich hier beim 3. Stadium noch etwas höhere Zahlen als beim 4. Stadium. Aber ein Unterschied zwischen den Formen läßt sich nicht feststellen.

Zwischen den Eierschiffchen der autogenen und der typischen Rasse besteht immer der charakteristische von Roubaud (1933) beschriebene und abgebildete Unterschied. Die autogenen Schiffchen sind viel kleiner als die der typischen Rasse, weil die Zahl der Eier eine viel geringere ist; auch haben sie nie die regelmäßige, längliche Form der typischen Schiffchen, meistens sind sie unregelmäßig dreieckig.

Biologische Unterschiede.

Während die autogenen ♂ und ♀ ihre Paarung vollbringen können in kleinen Flaschen von 100 ccm, worin man die Puppen hat schlüpfen lassen, und die ♀ hier sogar wieder ihre Eier ablegen, ist es mir nie gelungen, die typische *Culex* in den gewöhnlichen Käfigen (36×30 ×52 cm) zur Paarung zu bringen. Der autogene Stamm ist also stenogam, die typische Form ist eurygam.

Daß meine autogene Form, wie die autogene Rasse Roubauds, homodynam ist, geht schon aus der Tatsache hervor, daß sie sich nun über zwei Jahre ununterbrochen fortpflanzungsfähig gezeigt hat. Und dies ist nicht etwa der sexuellen Tätigkeit nur einiger Tiere im Zuchtkäfig zuzuschreiben, sondern man kann zu jeder Jahreszeit den Versuch machen und einige Gelege absondern und immer werden die hieraus sich entwickelnden ♀ sofort wieder Eier legen. Wie steht es nun aber mit der Heterodynamie der typischen Form? Hecht sagt (1932, S. 594): „Bei *Culex pipiens* besteht im Gegensatz zu *Anopheles maculipennis* kein Grund, die Überwinterung nicht als eine ausschließliche Folge des jahreszeitlichen Temperaturabfalles anzusehen. Die Überwinterung von *Culex pipiens* kann nicht in dem Maße, wie Roubaud will, als obligatorisch betrachtet werden; denn es gelingt leicht bei genügender Wärme, die Mücken zur Blutaufnahme zu bewegen und damit durch die oben gezeigte zwangsläufige Verbindung von Blutausnutzung und Eiwachstum die Fortpflanzung in Gang zu bringen.“ Die Erfahrung mit den biologischen Rassen bei *Anopheles maculipennis* sollte uns aber auf die Möglichkeit gefaßt machen, daß auch bei *Culex pipiens* mehrere Rassen bestehen, die aber wegen des Mangels morphologischer Unterschiede bisher nicht als solche erkannt wurden; und so könnte Hecht noch mit einer dritten Rasse gearbeitet haben, die mit keiner der zwei Roubaudschen Rassen identisch zu sein braucht. Auch wäre es denkbar, daß er autogene Weibchen gesammelt hat, die durch niedrige Temperatur gezwungen überwinterten, nachdem sie schon das erste, autogene Gelege los waren, und in diesem Falle kann man sie selbstverständlich nicht von der typischen Form unterscheiden. Eine dritte Möglichkeit ist, daß man vielleicht in manchen Gegenden Bastardpopulationen hat.

Was nun meine eigene Erfahrung betrifft, so muß ich die von Hecht hervorgeschobene Leichtigkeit, womit es gelingt, überwinternde typische *Culex pipiens* zur Eireifung zu bringen, bestätigen. Ich lasse sie durch einen Aufenthalt von 6 oder mehr Tagen im tropischen Zimmer ihr Fett verlieren, wobei es von größter Wichtigkeit ist, daß man den Käfig immer sehr feucht hält. So gelang es in einem Versuche mit 180 ♀, die vom 3.—14. November im tropischen Zimmer in einem sehr feuchten Käfig gehungert hatten, in einer Nacht 77 an einem Meerschweinchen saugen zu lassen; bei 76 wurde die Eireifung ausgelöst. Ein Versuch, auch schon im Oktober die Winterruhe zu durch-

brechen, mißlang leider, weil durch zu geringe Feuchtigkeit die Mücken nach 4 Tagen schon alle abgestorben waren.

Aber auch wenn es gelingt, um in der allerersten Zeit der Überwinterung die Weibchen zur Blutaufnahme und Eireifung zu zwingen, bleibt doch die Tatsache bestehen, daß hier in Holland schon Anfang oder Mitte August die *Culex pipiens*-♀ anfangen fett zu werden und sich zur Überwinterung vorzubereiten. Sie kommen in großer Zahl in die Häuser ohne zu stechen und später im September sammeln sie sich dann allmählich im Keller. Dies kann man sogar in sehr warmen Sommern beobachten, es hat nichts mit einer Temperaturerniedrigung zu tun. Und viel später, als die ♀ dieser typischen Form längst in die Winterquartiere gegangen sind, befindet sich der Zuchtkäfig mit der autogenen Rasse noch immer in einer von der niedrigen Temperatur nur verlangsamten Aktivität. So ist meines Erachtens nichts dagegen, die typische Form mit Roubaud heterodynam zu nennen. In der Natur wird sie fett und stellt die Fortpflanzungstätigkeit ein, unabhängig von der Temperatur, und wenn man nun vielleicht bei *Culex pipiens* schneller als bei *Anopheles maculipennis* durch Wärme die Winterruhe aufheben kann, so sind das eben nur verschiedene Grade der Heterodynamie, und will man es nicht Heterodynamie nennen, so ist das auch recht, aber die Roubaud schen Rassen kann man meiner Ansicht nach nicht mehr leugnen.

In einer Hinsicht besteht ein wichtiger Unterschied zwischen den Angaben Roubauds und meinen Ergebnissen. Roubaud beschreibt für seine typische Rasse das spontane „autotrophe" Fettwerden lediglich auf Kosten der vor der Larve gespeicherten Reservestoffe, wenn sie in feuchter Umgebung bei 18° C gehalten werden. Es ist mir aber trotz vieler Versuche nicht gelungen, dies bei meinen Mücken festzustellen, weder bei gezüchteten Tieren, noch bei denen, die ich aus in der Natur gefangenen Puppen schlüpfen ließ. Ich hielt die Weibchen in Gläsern mit feuchtem Fließpapier auf dem Boden und mit feuchter Watte zugedeckt, aber sie saugten kein Wasser, das Abdomen blieb völlig leer und wurde dünner und dünner, und nach 4 bis 5 Tagen war keine mehr am Leben. Wie Mikrotom-Querschnitte zeigten, trat in dieser Zeit keine merkliche Änderung ein in der Beschaffenheit der Larvalmuskeln und des wenig umfangreichen, kleinzelligen Fettkörpers mit seinen vielen kugelförmigen, lichtbrechenden Einschlüssen.

Roubaud spricht sich gegen die Annahme aus, daß der Fettvorrat der überwinternden ♀ durch zuckerhaltige Nahrung erzeugt werde, weil man auch bei den ♀ der Sommergenerationen durch Zuckerwasser ein starkes Fettwerden bewirken kann. Dies ist zwar richtig, aber kein Beweis dafür, daß der winterliche Fettkörper eine andere Entstehungsweise hat. Ich glaube vielmehr, daß ebenso wie die ♀ der langflügligen Rasse des *Anopheles maculipennis* (de Buck, Schoute & Swellengrebel, 1930) auch die ♀ der typischen *Culex pipiens*

Rasse in Holland bei der Einwinterung süße Säfte trinken um fett zu werden. Um diese Frage zu klären, habe ich an einigen Septemberabenden Beobachtungen angestellt, wobei ich in der Tat den Eindruck bekam, daß viele Mücken auf solche Weise in der Natur zu einer genügenden Zuckeraufnahme gelangen können.

Das eine Mal traf ich Anfang September in einem Garten einen Pflaumenbaum ohne Früchte, von Blattläusen befallen, so daß die meisten Blätter durch die vereinte Wirkung von Tau und Honigtau mit einer feuchten, süßen Schicht überdeckt waren. Dies hatte eine Unmenge von *Culex*-♀ und -♂ (auch einige *Anopheles)* angezogen, die sich von der Laterne nicht stören ließen im Genuß der Leckerei. Das andere Mal (in einem anderen Garten) war die Nacht sehr trocken und es fanden sich nur vereinzelte Mücken. Unter einem Baum aber lagen einige überreife Birnen und hierauf sogen einige *Anopheles*. Zwei ♀ zeigten den Kropf prall gefüllt, diese nahm ich mit und nach einigen Tagen hatten sie den charakteristischen, hypertrophierten Fettkörper der überwinternden ♀ der langfügligen Rasse. Leider konnte ich diese Beobachtungen erst Ende September wiederholen, in einem Garten, wo ein Baum mit reifen Birnen, der bevorzugte Wirt von vielen *Culex* war, auch von einigen *Anopheles,* aber ihr Kropf war noch leer. Kein einziges Mal aber habe ich die Mücken auf Blütenbesuch ertappen können, obwohl ich gar oft in den Käfigen frisch geschlüpfte ♂ und ♀ mit gutem Erfolg auf Blüten habe saugen lassen.

In Laboratoriumsversuchen habe ich gefunden, daß nicht nur mit Zuckerwasser, sondern auch mit Birnen- und Weinbeerensaft (weniger gut Pflaumensaft) die *Culex*-♀ fett gemacht werden können. Meistens genügt eine einmalige Füllung des Kropfes nicht, aber nach zweimaliger Fütterung sieht man sehr oft eine schöne Fettkörperhypertrophie, welche man auch mikroskopisch nicht von der natürlichen unterscheiden kann. Die Larvalmuskeln sind verschwunden, der Fettkörper füllt den ganzen Raum zwischen Körperwand und Darm aus, ist großzellig mit vielen Fettvakuolen, aber ohne die lichtbrechenden Einschlüsse, genau wie Roubaud dies beschreibt für die autotrophe Fettkörperbildung. Warum dieser autotrophe Prozeß bei meinen Mücken nicht genügt und von der Zuckernahrung ergänzt werden muß, bleibe unentschieden. Vielleicht deutet das Nichtbestehen der „autotrophen" Fettkörperbildung bei meiner typischen Form darauf hin, daß sie nicht ganz mit der typischen Rasse Roubauds identisch sein dürfte. Aber daß auch den beschriebenen holländischen Formen der Rassencharakter nicht abgesprochen werden kann, geht aus dem Gesagten wohl genügend hervor. Nur sind diese Rassen genetisch bei weitem nicht so scharf geschieden als die *Anopheles maculipennis*-Rassen, die in dieser Hinsicht manche gute Spezies der Systematik überbieten (de Buck, Schoute & Swellengrebel, 1934).

Meine Kreuzungsversuche seien im folgenden mitgeteilt.

Kreuzungsversuche.

(Tabelle 3.)

Abweichend von den Ergebnissen Roubauds gelang mir nicht nur die Kreuzung ♂ typisch × ♀ autogen, sondern auch die reziproke Kreuzung, wie die Tabelle 3 A zeigt. Zwischen den einzelnen Versuchen können aber große Unterschiede hinsichtlich des Prozentsatzes von befruchteten ♀ bestehen (die Zahl der ♂ war immer derjenigen der ♀ gleich und die Sterblichkeit war in der ersten und auch zweiten Woche sehr gering). Hier tritt also dieselbe Erscheinung, die wir auch bei der Kreuzung der *Anopheles*-Rassen beobachten können, noch viel stärker hervor, daß nämlich die ♂ und ♀ der eurygamen (d. h. der in einem Käfig nicht paarenden) Rasse mit dem andern Geschlecht der stenogamen Rasse zusammengebracht sich relativ leicht begatten.

In den Kreuzungen mit autogenen ♀ wurden nur autogen abgelegte Eier verwendet für die Aufzucht der F_1-Generation.

Die ♀ der F_1-Generation sind zu 88 % befruchtet, die rein autogenen ♀ nach der Kopulation mit den eigenen ♂ gewöhnlich zu 98 %; es wurden die Mücken nur in kleinen Käfigen (19×19×19 cm) gehalten, wie auch in den späteren Generationen. Man darf hieraus wohl schließen, daß die Stenogamie dominant ist.

Der autogene Faktor dagegen war in den Experimenten Roubauds rezessiv, keines der F_1-♀ konnte autogen ihre Eier reifen. In meinen Kreuzungen gilt dies nicht so absolut. Im ganzen sind noch 18 von den 417 ♀ autogen (4 %). Betrachtet man die einzelnen Versuche, so ist in VII A c sogar 10 % autogen. Nur in den Versuchen VII A a, VII B, X b, c, d kommen keine autogene ♀ vor.

Wie ist dies nun zu erklären? Ist die F_1-Generation hier intermediär, in einem labilen Zustande zwischen autogen und nichtautogen, so daß einige ♀ durch besonders gute Ernährung autogen werden können? Oder sollte vielleicht das Material für die P-Generation nicht ganz rein gewesen sein, nicht homozygot, so daß schon in der F_1-Generation eine Spaltung auftritt. Ich glaube nicht, daß die Experimente genügen, um diese Frage zu klären. Nehmen wir einen Augenblick das erste an, und bezeichnen wir den nichtautogenen dominanten Faktor mit B, den autogenen rezessiven mit b. Die F_1-Generation ist also Bb, einige dieser Bb-♀ sind besser genährt als die andern und können autogen Eier legen, andere ♀ reifen ihre Eier nicht autogen, sondern erst nach einer Blutmahlzeit. In der F_2-Generation, sowohl aus den Eiern der ersten, als der zweiten Gruppe, können wir nun die Spaltung 1 BB 2 Bb 1 bb erwarten, also 1/4 autogene ♀. Dies trifft aber nicht zu, zwischen beiden Gruppen besteht ein bedeutender Unterschied, in der ersten Gruppe wird 28 % erreicht (16 von 58), in der zweiten nur 12 % (14 von 118). Das erste ließe sich dadurch erklären, daß hier auch einige Bb-♀ wieder autogen Eier abgelegt haben, das schlechte Resultat

Tabelle 3.

Kreuzungen der autogenen und typischen Rasse.

	♂ typisch × ♀ autogen					♂ autogen × ♀ typisch			
	Anzahl ♀[1])		Anzahl ♀			Anzahl ♀[1])		Anzahl ♀	
	total	autogen	unter-sucht	be-fruchtet		total	autogen	unter-sucht	be-fruchtet
					A. (P-Generation).				
I . .	19	19	19	4	II . .			25	13
III . .	10	9	10	1	IV . .			24	10
V . .	32	29	19	12	VI . .			36	8
VII A . .	33	31	33	20	VIII . .			62	2
B . .	13	10	13	10					
IX . .	54	52	53	1	X . .			36	17
	161	150	147	48				183	50
					B. (F_1-Generation).				
I . .	15	1	20	19	II . .	47	1	47	45
V a . .	17	1	17	14	IV . .	84	4	84	77
b . .	7	2	7	7	X a . .	8	1		
c . .	18	2	18	18	b . .	14	0	14	7
VII A a .	19	0	19	17	c . .	11	0	11	11
b .	61	1	61	43	d . .	22	0	22	20
c .	49	5	49	49		186	6	178	160
B a .	19	0	19	19					
b .	19	0	19	16					
c .	7	0	7	4					
	231	12	236	206					

in der Blutgruppe aber muß wohl als ein Beweis aufgefaßt werden, daß unsere Annahme falsch war.

Prüfen wir nun die zweite Annahme, daß die Unreinheit des Materials die bestehende Dominanz des nichtautogenen Faktors verdeckt. Da können wir zunächst fragen, ist die Unreinheit in dem autogenen oder dem typischen Stamm zu suchen? Wohl in dem typischen Stamm, denn erstens wird der autogene Stamm immer autogen, also durch Selektion der autogenen ♀ weitergezüchtet, und zweitens kann in den Kreuzungen ♂ typisch × ♀ autogen die heterozygote Verunreinigung nur von seiten der ♂ kommen, weil nur autogen, also von homozygot autogenen ♀, abgelegte Eier für die Aufzucht der F_1-Generationen verwendet wurden. Infolge dieser Verunreinigung sind nun in der F_1 einige wenige ♀ (und auch ♂) nicht Bb, sondern bb; von ihnen bekommen wir einige autogene Gelege. Vergleichen wir nun die aus diesen Eiern gezüchtete F_2-Generation mit derjenigen aus erst nach einer Blutmahlzeit gereiften und folglich von Bb-♀ stammenden Eiern.

[1]) d. h. Anzahl Eigelege + ♀ mit reifen Eiern.

Noch Tabelle 3.

	Anzahl ♀	Autogen	Befruchtet		Anzahl ♀	Autogen	Befruchtet
			C. (F_2-Generation).				
Ia*) . .	25	0	17	IIa . . .	3	0	2
b*) . .	17	1	13	IIb*). . .	10	2	8
Va . .	10	1	9	IVa . . .	6	3	6
b . .	3	1	2	b*). . .	27	4	26
c1 . .	26	11	23				
c2*) . .	39	7	38				
VII A c1 . .	3	0	3				
2 . .	7	0	0				
	130	21	125		46	9	42
Blutgruppe*) }	aus beiden reziproken				**118**	**14**	**102**
Autogene Gruppe }	Kreuzungen zusammengestellt				**58**	**16**	**45**
			D. (F_3-Generation).				
Vc1α . .	30	27	30	IVb . . .	21	5	19
β . .	8	5	8				
γ . .	4	3	4				
δ . .	7	3	6				
ε . .	4	3	4				
ζ . .	8	7	8				
η . .	2	2	2				
ϑ . .	5	5	5				
	68	55	67				
c2α . .	8	2	8				
β . .	14	4	3				
γ . .	5	3	5				
δ . .	6	2	0				
	33	11	16				
			E. (F_4-Generation).				
Vc1α1 . .	9	8	9	IVb . . .	163	109	144
2 . .	7	7	7				
3 . .	23	19	21				
4 . .	19	6	19				
5 . .	8	6	8				
δ . .	4	4	4				
ζ1 . .	7	7	7				
2 . .	7	7	6				
ϑ . .	12	11	12				
	96	75	93				

*) bedeutet, daß die F_2 gezüchtet wurde aus nach einer Blutmahlzeit gereiften Eiern.

Für beide Gruppen dürfen wir wohl mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die ♀ mit Bb-♂ kopuliert haben. In der „Blut"-F_2 hätten wir also wieder Spaltung 1 BB 2 Bb 1 bb und könnten dementsprechend

25 % autogene ♀ erwarten (also 29 statt 14), in der „autogenen"-F_2 ist die Erwartung (Rückkreuzung der bb-♀ mit Bb-♂) 50 % bb, also 29 statt 16 autogene ♀. Auch diese Annahme scheint also nicht ganz richtig zu sein. Wir wollen aber keine Korrektionen versuchen und uns nicht in weitere genetische Spekulationen in bezug auf die F_3- und F_4-Generation hineinbegeben. Nur möchte ich darauf aufmerksam machen, daß ein eventuell gefordertes Herausmendeln in der F_3 von homozygoten bb-Zuchten in der Versuchsreihe V c 1 auf ungezwungene Weise gesehen werden kann (ζ, η, ϑ). Weiter können wir mit unserem Material nicht kommen und die *Culex*-Rassen sind eben kein geeignetes Objekt für Vererbungsexperimente, mit den bloß physiologischen Unterschieden und den phänotypisch gar nicht unterscheidbaren ♂.

Auch hat mir die Fütterung der Larven nicht wenig Schwierigkeiten gemacht; es ist mir noch nicht gelungen, eine ideale Ernährungsweise zu finden, bei der man immer die Sicherheit hat, die Mehrzahl der Larven groß zu ziehen. Füttert man zu wenig, so wachsen die Larven gar nicht, füttert man reichlich, läuft man immer die Gefahr, eines Morgens das Wasser von einer dicken zähen Haut überzogen, und die Larven, wenigstens die kleinen, tot zu finden. Am besten gefiel mir noch eine kombinierte Fütterung mit Kaninchenkot und Brot. So versteht es sich, daß in vielen Versuchen die Anzahl Individuen so gering ist.

Die Leichtigkeit, womit diese Kreuzungen gelingen, und der Befund, daß sie fruchtbare Bastarde ergeben, muß uns eine Warnung sein, daß vielleicht in manchen Gegenden Bastardpopulationen vorkommen. Auch eine Isolierung reiner homozygoter Stämme mit neukombinierten Eigenschaften muß gelegentlich möglich sein. So könnte sich das Vorkommen nichtautogener, stenogamer Stämme erklären.

Zusammenfassung.

1. Auch in Holland kommen zwei *Culex pipiens*-Rassen vor, eine autogene, stenogame, homodyname und eine typische, nichtautogene, eurygame, heterodyname, die mit den Roubaudschen Rassen eine weitgehende Übereinstimmung zeigen.
2. Nur findet sich bei der typischen Rasse nicht die von Roubaud beschriebene autotrophe Fettbildung vor Beginn der Überwinterung, sondern es scheint hier eine Ernährung mit zuckerhaltigen Säften unentbehrlich zu sein.
3. Die Zahl der Zähne am Kamm der Larven ist bei der typischen Rasse größer als bei der autogenen Rasse.
4. Die Kreuzung der zwei Rassen gelingt leicht und gibt fruchtbare Bastarde.
5. Vielleicht gibt es in manchen Gegenden Bastardpopulationen.

Literatur.

de Buck, Schoute & Swellengrebel (1930), Racial differentiation of *Anopheles maculipennis* in the Netherlands and its relation to malaria. Rivista di Malariologia 9, 2, 97—110.

— — (1934), Crossbreeding experiments with dutch and foreign races of *Anopheles maculipennis*. Rivista di Malariologia 13, 3, 237—263.

Hecht (1932), Experimentelle Beiträge zur Biologie der Stechmücken II. Ztschr. f. angew. Entomol. 19, 4, 579—607.

— — (1933), Die Blutnahrung, die Erzeugung der Eier und die Überwinterung der Stechmückenweibchen. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Beih. 37, 3, 129—211.

Roubaud (1929), Cycle autogène d'attente et générations hivernales suractives inapparentes chez le moustique commun, *Culex pipiens*. C. R. Ac. des Sciences, 4 mars.

— — (1933), Essai synthétique sur la vie du moustique commun. Annales des Sciences naturelles, sér. Bot. et Zool. 16, 1—163.

Weyer (1934), Der Einfluß der Larvalernährung auf die Fortpflanzungsphysiologie verschiedener Stechmücken. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhygiene 38, 9, 394—398.

Beiträge zur Naturgeschichte der Blattwespen.[1])

Von

C. S. Hsin (Hsin Chu-Sieh).

(Aus dem Entomologischen Seminar der Universität Rostock.)

(Mit 18 Abbildungen und 5 Diagrammen.)

Inhalt.

Seite

I. Bionomisch-ökologische Untersuchungen 254
A. Blattwespen an der Kiefer 254
1. *Lophyrus frutetorum* F. 255
2. *Lophyrus virens* Kl. 260
3. *Lophyrus laricis* Jur. v. *fenestratus* Ensl. 263
4. *Lophyrus nemoralis* Ensl. 265
5. *Lophyrus socius* Kl. 266
Allgemeines über die untersuchten *Lophyrus*-Arten 267
Parasiten aus *Lophyrus*-Kokons 269
B. Blattwespen an Lärchen 272
6. *Lygaeonematus laricis* Htg. 273
7. *Lygaeonematus wesmaeli* Tischb. 278
8. *Platycampus duplex* Lep. 280
C. Blattwespen an Erlen 281
9. *Platycampus luridiventris* Fall. 281
10. *Nematinus fuscipennis* Lep. und *luteus* Panz. 287
II. Einige anatomische Feststellungen 289
A. Ausstoßung der peritrophischen Membran bei *Lophyrus*-Arten 289
B. Die Wachsdrüsen der *Eriocampa ovata*-Larve 292
Literatur 294

[1]) Von der Phil. Fak. d. Univ. Rostock als Dissertation angenommen.

* * *

I. Bionomisch-ökologische Untersuchungen.

Die Einzelheiten der Entwicklung und des Verhaltens sowie der Beschaffenheit der Larven sind für viele einheimische Blattwespen noch unbekannt. Im folgenden soll einiges zur Kenntnis derjenigen an Kiefer, Lärche und Erle lebenden Arten beigetragen werden, von denen reichlich oder doch hinreichend Material zur Verfügung war. Über die Beschaffung desselben, die Aufzucht und Weiterzucht wird bei den einzelnen Arten berichtet, allgemein aber kann gesagt werden, daß als Futter nach Möglichkeit Bäumchen verwendet wurden, die im vorhergehenden Herbst eingetopft waren, bezw. junge Kiefern, die beim Institut ein kleines Pinetum bilden, und an denen die Zuchten in Gaze eingebeutelt wurden. In den meisten Fällen aber mußten doch abgeschnittene Triebe als Futter dienen. — Alles Material stammte aus Mecklenburg.

A. Blattwespen an der Kiefer *(Pinus silvestris)*.

Mehrere *Lophyrus*-Arten traten in mecklenburgischen Kiefernforsten in den Jahren 1932 und 1933 reichlich auf. Sie waren an vielen Stellen mehr oder weniger stark neben der Forleule und der Nonne vertreten und steigerten deren Fraßschaden. An anderen Stellen waren sie es allein, die solchen anrichteten, doch kam es dann nirgends zu völliger Entnadelung der Kiefern. Bis zu Lichtfraß kam es an der Ostseeküste in Beständen der Rostocker Heide bei Müritz und in der Ribnitzer Stadtforst. Es ist nicht bekannt, welche Arten örtlich beteiligt waren; aus Puppen, die an verschiedenen Orten gesammelt waren, schlüpften 1933 die Arten *L. frutetorum, laricis. virens*, *nemoralis* und *similis* aus.

Genauer untersucht wurde ein stark befallener Stangenholzbestand der Forst Leussow (im südwestlichen Mecklenburg) Anfang August 1933. Eine gemischte *Lophyrus*-Raupenbevölkerung täuscht mehr verschiedene Formen vor als wirklich vertreten sind: einmal dadurch, daß gewisse grüne Arten auch rötlich oder gelblich gefärbt sein können, sodann dadurch, daß die Spinnlarve (das „Einspinnstadium“) oft vom letzten Freßstadium in der Färbung abweicht. So war es denn ein buntes Formengemisch, das wir in Leussow antrafen. Über 900 Larven wurden durch Prellen der Bäume gesammelt und spannen sich ein. In einen ungeheizten Raum gebracht, überwinterten sie im Kokon, und die Imagines kamen daraus 1934 hervor. Sortierung der Raupen und Bestimmung der daraus geschlüpften Imagines ergab folgende Zusammensetzung: 590 *Frutetorum*, 300 *Virens*, 25 *Nemoralis*, 5 *Similis*, 3 *Socius*. Von diesen lebt nach Scheidter *Similis* in den beiden ersten Larvenstadien gesellig, *Socius* überhaupt. Es waren also hauptsächlich solche Arten vertreten, deren Larven einzeln leben; *L. pini*, anderswo meist die gewöhnlichste Art, ist erstaunlicherweise aus den Tausenden von Kokons, die in jenen beiden Jahren in verschiedenen

Gegenden Mecklenburgs gesammelt wurden, niemals ausgeschlüpft und auch in den Hunderten von Kiefernkronen, die bei Gelegenheit der Forleulenplage vom Institut aus untersucht wurden, fanden wir niemals die Raupen dieser Art, womit nicht gesagt sein soll, daß sie hier fehle.

Gezüchtet wurden *Frutetorum*, *Virens* und *Laricis* (letztere aus der Parchimer Stadtforst). Sie legten alle drei auch ohne Begattung bei genügender Wärme schon am Tage des Schlüpfens Eier ab, auch wenn sie in kleinen Glasbehältern mit Kieferntrieben im Zimmer gehalten wurden; aber sie produzierten mehr Eier, wenn sie in dem kleinen Pinetum beim Institut an lebenden Kiefern eingebeutelt wurden. Auch dort blieben sie meist nicht lange genug am Leben, um ihren ganzen Eiervorrat ablegen zu können; das Ovarium enthielt nach dem Absterben meist noch einen erheblichen Vorrat an Eiern. Alle drei Arten stellen für jedes Ei eine Tasche in einer Nadel her, in die das Ei ganz hineingesenkt wird. Im Laufe der Entwicklung schwillt es an und beult sich etwas über den Nadelrand vor. Es liegt in der Längsrichtung der Nadel, und der vordere Eipol (der Kopf der Larve) ist bei allen daraufhin von mir untersuchten Arten (*Frutetorum*, *Laricis* und *Nemoralis*) nach der Basis der Nadel zu gerichtet.

Die Aufzucht der Larven erfolgte, soweit ihre Entwicklung beobachtet werden sollte, in Petrischalen der normalen Größe, sonst an lebenden Kiefern im Freien. Sie erwies sich als schwierig; es traten immer große Verluste ein.

1. Lophyrus frutetorum F.

Kokons aus dem Material von Leussow, die im August sofort in einen Thermostaten von 25° gebracht wurden, lieferten die Wespen noch im Laufe desselben Monats; in einem kühlen Raum dagegen schlugen sie die latente Entwicklung ein; das Schlüpfen dauerte dann 1934 vom 19. Mai bis zum 25. Juli. Als 1932 und 1933 im Frühherbst nach Larven in den Kiefernkronen gesucht wurde, war das Resultat immer negativ, selbst nach dem starken Fraß bei Müritz. Die Frage nach den Generationen wird weiter unten behandelt.

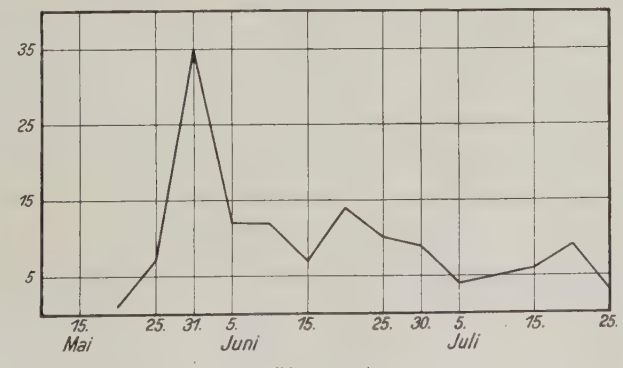


Diagramm 1.
Schlüpfkurve der I. Generation 1934 von *Lophyrus frutetorum* F.

Eine Beziehung zum Temperaturgang hatte die Schlüpfkurve nicht.

Wenn frisch geschlüpfte ♂♂ und ♀♀ zusammengebracht wurden, so nahmen sie in der Regel keine Notiz voneinander. In den drei Fällen,

in denen Paarung beobachtet wurde, erfolgte die Vereinigung der Geschlechter sofort nach dem Zusammentreffen. Die Stellung dabei ist dieselbe wie sie Eliescu für *Pini* beschrieben hat, d. h. das ♂ bildet mit seinem Körper eine Verlängerung des ♀, ist ihm also abgekehrt; die Unterseiten befinden sich in gleicher Ebene. Während der Begattung verhalten sich die Tiere zuerst ruhig, nur die Hinterleiber zucken rhythmisch nach oben; später wird das ♀ unruhig und rennt mit dem ♂ als Anhängsel hin und her. Die Trennung erfolgte nach 22—27 Minuten.

Zum Eierlegen wurden die frischen ♀♀ mit ♂♂, wenn solche gleichzeitig schlüpften, im Pinetum an Zweigen eingebeutelt. Am Tage des Absterbens des ♀ wurden die Eier gezählt und die Lebensdauer des ♀ wurde festgestellt. Die längste Lebensdauer eines ♀ war im Juni und Juli 11 Tage, die durchschnittliche 7 Tage. Die ♂♂ lebten höchstens 9 Tage, im Durchschnitt 6, 7 Tage.

Abb. 1.
Ei von *Lophyrus frutetorum* in der Kiefernadel.

Das Ei wird nahe der Basis der Nadel, in jungen Nadeln in der Mitte abgelegt, in jeder Nadel war 1 Ei (Abb. 1). Zur Ablage wird der Außenrand der Nadel angesägt und aufgeschlitzt. Das Ei ist, frisch abgelegt, ganz in der Nadel verborgen. Ein gelber Fleck, der zu dieser Zeit nur von der einen Seite der Nadel her zu sehen ist — wo von dem Nadelgewebe nur die Epidermis und ein verklebter Spalt am Rande erhalten ist —, bezeichnet die Lage des Eies. Es erstreckt sich über die Hälfte der Breite der Nadel. Auf der anderen Seite der Nadel ist nur der Rand entfärbt. Das Ei ist, am Tage nach der Ablage herauspräpariert, wie die reifen Eier im Ovarium sehr lang und schmal mit einer konkaven und einer konvexen Längsseite. Es ist 1,5 mm lang, seine Farbe ist gelb. Im Laufe der Entwicklung verändert sich seine Gestalt.

Nicht alle ♀♀ wurden einzeln gehalten; hier folgt zunächst eine Tabelle der Eierproduktion in den Massenzuchten. Bemerkt sei zu diesen Tabellen, daß die Eier in jedem Falle erst dann gezählt wurden, wenn

Tabelle I. Massenzuchten.

Lfd. Nr.	Anzahl ♂♂	Anzahl ♀♀	Beginn der Zucht	Eierzahl festgestellt am	Gesamtzahl der abgelegten Eier	Durchschnittszahl der abgelegten Eier
1	2	3	30. 5.	6. 6.	56	18,6
2		5	30. 5.	7. 6.	150	30
3		3	31. 5.	8. 6.	33	11
4		8	31. 5.	8. 6.	113	14
5		7	30. 6.	10. 7.	149	21,5
		26			501	19,3

das ♀ abgestorben war, bezw. in der Massenzucht nach dem Absterben aller Weibchen.

Tabelle II. Einzelzuchten.

A: mit einem oder mehreren ♂♂ eingebeutelt.

Lfd. Nr.	Beginn der Zucht	Eierzahl festgestellt am	Zahl der abgelegten Eier	Durchschnitt
6	30. 5.	7. 6.	39	—
7	31. 5.	8. 6.	8	—
8	15. 6.	22. 6.	23	23,3
9	16. 6.	25. 6.	21	—
10	16. 6.	25. 6.	12	—
11	20. 6.	26. 6.	19	—
		B: ohne ♂ eingebeutelt.		
12	1. 6.	13. 6.	26	—
13	11. 6.	24. 6.	29	—
14	11. 6.	22. 6.	14	—
15	19. 6.	23. 6.	17	22,6
16	11. 7.	17. 7.	30	—
17	11. 7.	16. 7.	23	—
18	12. 7.	17. 7.	19	—

Der Gesamtdurchschnitt der Eierzahl aller 18 Zuchten bezw. aller 39 ♀♀ betrug demnach 20,25. In einigen Fällen wurden die toten ♀♀ untersucht; dabei wurden in den ♀♀ der Zucht 15 und 16 keine legereifen Eier mehr im Ovar festgestellt, wogegen das ♀ 17, nachdem es 19 Eier abgelegt hatte, noch 66 legereife Eier enthielt! Ein ♀, das nach 2 Tagen starb, ohne abgelegt zu haben, hatte 33 legereife Eier im Ovar.

Die Eier werden nicht auf einmal abgelegt, die meisten aber in den ersten Lebenstagen der Imago, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

	1. ♀	2. ♀	3. ♀	4. ♀	5. ♀	6. ♀
1. Tag	7	10	3	11	6	10
2. Tag	13	8	12	—	9	—
3. Tag	7	5	4	2	—	5
4. Tag	—	—	—	4	5	4
5. Tag	3	—	—	+	—	—
6. Tag	—	+	+		+	+
7. Tag	+					
	30	23	19	17	20	19 Eier.

Wir können aus diesen Befunden in bezug auf die Fruchtbarkeit unserer Art nur das schließen, daß sie 1934 sehr wenig fruchtbar war, und dem entspricht die jetzige Seltenheit der Larven in der Natur.

Die mit Eier belegten Zweige wurden immer etwa 10 Tage am Baum belassen, dann wurden die belegten Nadeln abgeschnitten und in Petri-

schalen auf befeuchtetes Fließpapier gelegt. Das Ausschlüpfen der Larven erfolgte unter diesen Umständen nach frühestens 11 und längstens 16 Tagen; die Entwicklungsdauer nahm, wie zu erwarten, mit vorrückender (wärmerer) Jahreszeit ab.

Der Fraß der Larve geschieht in der Weise, daß die Nadel entweder von der Seite her abgenagt wird, oder die Larve schabt das Nadelgewebe von der Seite her übergreifend ab.

Was die Anzahl der Häutungen der Larve anbetrifft, so beobachtete ich bei dieser Art deren immer nur vier, wozu bei der Verwandlung in die Puppe eine fünfte hinzukommt. In ihrem letzten, fünften Stadium, frißt die Larve nicht mehr.

Der Kopf der ganz jungen Larve ist größtenteils glänzend schwarz, gelb sind ein dreieckiger Fleck auf dem Scheitel und der Vorderkopf. Der Rumpf ist hell blattgrün, nur auf dem Vorderrücken scheinen die Ösophagussäcke gelb hindurch. Die Brustbeine sind größtenteils schwarz. Larven von mittlerer Größe sind ebenfalls am Rumpf noch einfarbig grün ohne Streifen; der Kopf ist schwarz und gelb. Schwarz ist ein schmaler schwarzer Rand hinten und seitlich, der hinten in der Mitte durch einen schmalen Streif mit der Oberseite des Kopfes verbunden ist; diese ist schwarz mit einem gelben dreieckigen (eigentlich halbkreisförmigen) Fleck in der Mitte. Die Vorderstirn ist gelb, der Clypeus vorn dunkel gerandet. Bei den erwachsenen, d. h. im letzten Freßstadium befindlichen Larve ist von der dunklen Färbung des Kopfes, der jetzt größtenteils hellbraun ist, nur das sogenannte Scheiteldreieck übrig geblieben, das eine helle dreikantige Fläche einschließt. Dunkel umrandet sind außerdem Clypeus, Fühlerbasis und die Augen, die mit diesem Rand einen großen schwarzen Fleck bilden. Auf der Stirnmitte zwischen den Augen ist der Kopf jederseits schwach eingedrückt, ebenso, aber unpaar, auf der Scheitelmitte. Am Rücken befindet sich jederseits eine breite hellgrüne Linie, auf der dunkelgrünen Mitte ein undeutlicher, schmaler, hellerer Streifen. Seiten blaßgrün bis gelbgrün, durch einen dunkelgrünen breiten Rand vom Bauch abgegrenzt, der blaßgrün ist. Die Brustbeine sind grün und schwarz gefleckt, die Afterfüße blaßgrün. Unter den Larven des letzten Freßstadiums kommen nicht selten ganz abweichend gefärbte vor: statt blattgrün mittelbraun von Grundfarbe; die helleren Partien sind fleischfarben, der Kopf ist wie bei den grünen Larven gefärbt. Charakteristisch für die Larve von *Frutetorum* ist die Streifung, dazu die Färbung des Kopfes, die kurz als hellbraun mit dunkler Dreieckfigur bezeichnet werden kann. Die größte Länge der Larve am Ende des 4. Stadiums beträgt 22—24 mm.

Die Veränderungen der Gestalt, die im Laufe der Entwicklung mit der Larve vor sich gehen, bestehen hauptsächlich darin, daß die Larve — wie alle Eilarven — zuerst großköpfig, langbeinig und mager ist, während später der Kopf im Verhältnis viel kleiner ist, und die Beine kürzer sind.

Nach der letzten Larvenhäutung, also in ihrem fünften Stadium, ist die Larve bedeutend verkürzt gegenüber dem letzten Freßstadium und einfarbig hellgrün ohne Zeichnung; nur der Kopf ist gelb mit großen schwarzen Augen. Wir können die Larve in diesem Zustand, der nur 1 Tag dauert, als „Spinnlarve (Eliescu: „Einspinnstadium") bezeichnen. Die Larve frißt während dieser Zeit nicht mehr; sie stößt ihre peritrophische Membran vor dem Einspinnen als Ganzes aus dem After aus. Dieser Vorgang wird in Abschnitt II a genauer dargestellt.

Das Einspinnen dauert 7—10 Stunden. Um zu erfahren, wo es in der Natur erfolgt, ob nur in der Streuschicht oder auch in der Krone,

setzten wir 17 fast erwachsene Larven auf eingetopfte kleine Kiefern und legten eine Moosschicht um ihren Fuß herum. Die Larven krochen sämtlich als Spinnlarven in das Moos hinein und fertigten daselbst ihren Kokon an. Dies geschah am 24. Juli. Der Versuch wurde mit gleichem Ergebnis noch einmal mit 13 Larven wiederholt.

Andere, an Kiefernzweigen eingebeutelt aufwachsende Larven, die demnach keine Gelegenheit zum Verkriechen hatten, verpuppten sich im Beutel, nicht am Gezweig. — Der Kokon ist glänzend hellbraun, parallelseitig-oval, 5—7 mm lang, 2,5—3 mm breit (♂) oder 9 mm lang, 4 mm breit (♀).

Die Imagines der 2. Generation schlüpften aus den im Freien gezüchteten Puppen vom 3.—23. August aus. Ihre Entwicklung im Kokon hatte bei Aufbewahrung im Freien 13—33 Tage gedauert; ein Durchschnitt der 46 Beobachtungsfälle kann nicht gezogen werden, weil die Dauer sich im Laufe des Monats der abnehmenden Temperatur entsprechend fast geradlinig verlängerte. Wespen, die als Larven im Zimmer aufgezogen waren, sich in der ersten Hälfte Juli einspannen und vom 17. Juli bis 8. August ausschlüpften, benötigten 11—14, ein Stück 20 Tage. Larven, die im Freien aufgezogen waren und eingesponnen in einem Thermostat bei 27° und 70% Feuchtigkeit aufbewahrt wurden, brauchten zur Entwicklung 3—21 Tage, im Durchschnitt 11,9 Tage.

Entwicklungsdauer von

3	Tagen	kam	vor	1	mal	13	Tagen	kam	vor	11 mal
5	„	„	„	2	„	14	„	„	„	3 „
6	„	„	„	1	„	15	„	„	„	4 „
7	„	„	„	9	„	17	„	„	„	4 „
8	„	„	„	5	„	18	„	„	„	2 „
9	„	„	„	4	„	19	„	„	„	2 „
10	„	„	„	3	„	20	„	„	„	2 „
11	„	„	„	6	„	21	„	„	„	1 „
12	„	„	„	11	„					

Aber nicht alle eingesponnenen Larven schlugen die subitane Entwicklung ein, sondern von den Kokons im Freien 56 von 79 = 70,8%, von denen im Thermostaten 74 von 86 = 86%. Wiewohl also hohe Wärme die Anzahl der Subitanpuppen erhöht, so verhindert doch bei 14% von ihnen ein innerer Faktor die subitane Entwicklung auch unter günstigsten Verhältnissen. Die Imagines zweiter Generation lieferten Nachkommenschaft, die im Freien aber nicht zur fertigen Entwicklung gelangte. Im Laufe des September starben alle Larven ab, obwohl sie sich schon im 3. und 4. Stadium befanden. Im Zimmer dagegen gelangten 57 Nachkommen von 8 Weibchen zum Einspinnen. Etwa die Hälfte davon wurde in konstant 27° gebracht, konnte aber dadurch nicht zur subitanen Ent-

wicklung gebracht werden. Einige Kokons wurden Anfang Oktober, 14 Tage nach dem Einspinnen, geöffnet; es zeigte sich, daß die Entwicklung nicht eingesetzt hatte. Auch 14 Tage später, am 19. Oktober, war keine Imago geschlüpft.

Die Parthenogenesis von *L. frutetorum* ist Arrhenotokie. In 5 Fällen wurde sorgfältig Begattung einzeln geschlüpfter ♀♀ verhindert und diese ohne ♂♂ an der Kiefer eingebeutelt. Die erwachsene Nachkommenschaft, 34 Stück, bestand nur aus ♂♂. Die Amphigonie dagegen, in 2 Fällen genau verfolgt, lieferte im ersten Fall 22 ♀♀ und 17 ♂♂, im zweiten 12 ♀♀ und 6 ♂♂. Dies wurde an der Größe der Kokons festgestellt, weil es sich um Herbstkokons handelte, die nicht im selben Jahre die Imago liefern. Aus diesen Ergebnissen war zu schließen, daß es haploide und diploide ♂♂ gibt, und, wenngleich die Untersuchung von Genitalzellen der Kokonlarve kein Ergebnis hatte, so zeigte der Unterschied sich doch in der Größe der Epithelzellen, die bei den diploiden ♂♂ deutlich größer waren.

2. Lophyrus virens Kl.

Das Schlüpfen aus den überwinterten Puppen dauerte 1934 vom 15. Mai bis zum 26. Juli. Von den Kokons, aus denen in diesem Jahre keine Wespen hervorkamen, enthielt keiner mehr eine lebende Larve. Überliegen fand also nicht statt.

Auch diese Art hat wie *Frutetorum* kein Intervall, sondern das ♀ ist beim Schlüpfen geschlechtsreif und beginnt, gleichviel ob gepaart oder

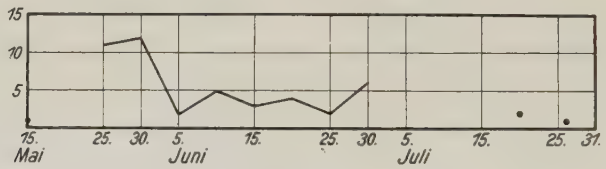


Diagramm 2.
Schlüpfkurve der I. Generation 1934 von *Lophyrus virens* Kl.

nicht, bei genügender Wärme spätestens am nächsten Tage, meistens schon am Tage des Schlüpfens, mit dem Ablegen der Eier.

Von 23 im Freien eingebeutelten ♀♀ lebten zwei 9 Tage, drei lebten 8 Tage, drei lebten 7 Tage, sechs lebten 6 Tage, eins lebte 5 Tage, sechs 4 Tage, zwei lebten 3 Tage, im Durchschnitt 5,7 Tage. Von 14 ♀♀ lebten 6 Tage sechs, 6 Tage drei, 4 Tage vier, im Durchschnitt 5,7 Tage.

Das Ei wird von dem ♀ der 1. Generation nahe der Spitze alter Nadeln abgelegt, in jede Nadel nur eins. Das ♀ hält sich dabei mit den drei Beinpaaren an der Nadel fest und krümmt den Hinterleib ein. Das Ei ist blattgrün. Bei Einbeutelung an jungen Kiefern im Freien ergaben sich folgende Eierzahlen:

Tabelle IV.

Sammelzuchten.

Laufende Nr.	Anzahl ♂♂	Anzahl ♀♀	Beginn der Zucht	Eierzahl festgestellt am	Gesamtzahl der abgelegten Eier	Durchschnittszahl der abgelegten Eier
1	2	3	21. 5.	2. 6.	45	15
2	3	3	21. 5.	2. 6.	50	16,7
3	1	2	31. 5.	9. 6.	18	9
4		2	2. 6.	13. 6.	32	16
5		2	30. 6	9. 7.	72	36
		12			217	18,1

Tabelle V.

Einzelzuchten.

A: mit einem oder mehreren ♂♂ eingebeutelt.

Laufende Nr.	Beginn der Zucht	Eierzahl festgestellt am	Zahl der abgelegten Eier
6	31. 5.	9. 6.	23
7	4. 6.	9. 6.	2
8	8. 6.	13. 6.	0
	B: Ohne ♂ eingebeutelt.		
9	13. 6.	25. 6.	20

Die Weibchen der Zucht 5 wurden nach ihrem Absterben untersucht. Ihr Ovarium enthielt noch 6 bezw. 8 legereife Eier.

Die Eier werden nicht auf einmal abgelegt, die meisten aber am 1. und 2. Lebenstag der Imago, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

Tabelle VI.

	1. Zucht: 1 ♀	2. Zucht: 3 ♀	3. Zucht: 1 ♀	4. Zucht: 1 ♀
1. Tag . .	7	29	—	9
2. Tag . .	6	19	5	—
3. Tag . .	2	11	—	5
4. Tag . .	+	10	8	+
5. Tag . .			+	
6. Tag . .		8		
7. Tag . .		1		
	15	78	13	14

In den Ovarien wurden nach dem Absterben der ♀♀ gefunden: 26, 12, 8, 5, 21, 20 Eier. — Die durchschnittliche Zahl abgelegter Eier bei

allen 22 ♀♀ betrug 17,3. Auch diese Art war also in diesem Jahr wenig fruchtbar und dementsprechend auch in der Natur nur selten.

Die gewonnenen Eier wurden behandelt wie bei *Frutetorum*. Das Ausschlüpfen der Larven erfolgte dann nach frühestens 10 und längstens 16 Tagen. Die Larve häutet sich wie die von *Frutetorum* 4mal, und frißt im letzten, 5., Stadium nicht mehr.

Das Eiräupchen gleicht völlig dem von *Frutetorum*. Der Kopf ist also größtenteils glänzend schwarz, gelb sind ein dreieckiger Fleck auf dem Scheitel und der Vorderkopf. Larven, die am 11. Juli aus dem Ei kamen, häuteten sich zum erstenmal am 16. Juli. Die gelbe Färbung des Kopfes ist in diesem Stadium ausgedehnter, die schwarze Färbung ist noch in Gestalt eines dicken schwarzen dreieckigen Rahmens um den gelben Scheitel herum, der den größten Teil des Kopfes einnimmt, vorhanden. Die Farbe des Körpers ist im übrigen gelblichgrün. Am 6. Juli geschlüpfte Larven befanden sich am 17. Juli zum Teil im 3. Stadium; sie waren blattgrün, unterseits heller, mit vorwiegend schwarzen Brustbeinen; das Gelb des Kopfes hat sich abermals stärker ausgedehnt; von dem dunkeln Dreieck ist nur eine braune Linie übriggeblieben, die jederseits vom Scheitel zu den Augen herabzieht, so einen Winkel bildend. Sie hat einen unregelmäßigen Umriß, indem jederseits der Anfang der Basis des Dreiecks noch erhalten ist. Das 4. Stadium, das letzte Freßstadium, ist ganz anders gefärbt. Der Körper ist einschließlich des Kopfes grün: hell blattgrün die Grundfarbe der Oberseite, dunkelgrün eine breite Linie jederseits auf dem Rücken und eine dickere an den Seiten des Körpers. Weiter unterhalb befindet sich eine wulstige Partie, die weiß bereift ist. Die Partie, welche die Stigmen enthält, liegt zwischen der dunkelgrünen und der weißen Seitenlinie. Dem sogenannten „Scheiteldreieck" des Kopfes fehlt jetzt die Basis ganz, nur die beiden seitlichen Linien, jetzt scharf umrissen, glänzend schwarz, ziehen vom Scheitel zu den Augen herab. Über die Brustbeine zieht sich eine breite schwarze Längslinie.

Am Ende des 4. Stadiums erreicht das Insekt seine größte Länge: 26 mm. Auch bei dieser Art wurde das Ausstoßen der peritrophischen Membran vor dem Einspinnen beobachtet. Das 5. Stadium, die Spinnlarve, ist bedeutend verkürzt und einfarbig hellgrün ohne Zeichnung, nur der Kopf gelb mit großen schwarzen Augen.

Um zu erfahren, wo in der Natur das Einspinnen erfolgt, wurden die Larven im letzten Freßstadium an jungen eingetopften Kiefern gehalten; am Boden befand sich Moos; das Ganze war in einem Gazebeutel eingeschlossen. Von 29 Larven stellten 3 ihren Kokon in der Krone her, 17 wanderten in das Moos ein und 9 verpuppten sich an den Wänden des Gazesackes. Die Larven dieser Art spinnen sich also zum Teil oberirdisch in der Krone ein, zum größten Teil aber wandern sie dazu in die Streu. Dies ist das Verhalten der 1. Generation, die sich 1934 schon im Juli verpuppte. Der Vorgang des Einspinnens wurde in einem Falle beobachtet. Die Larve begann in einer Petrischale um 14^{30} mit der Herstellung des Gespinstes. Sie verband mehrere Nadeln durch Fäden. Dann drehte sie sich um, so daß sie sich jetzt mit dem Hinterrande in dem Anfang des Gespinstes befand, krümmte das Hinterende ein und stellte den Rest des Kokons her. Sie war um 22 Uhr, als die Beobachtung eingestellt wurde, noch damit beschäftigt.

Der lederartige feste Kokon ist hellbraun gefärbt und glänzend, bei Betrachtung mit der Lupe sieht man ein lockeres schwarzes Fadengewirr, daß die braune Oberfläche teilweise überdeckt. Länge 7,5—9,5 mm, Breite 4,5 mm.

Aus den Kokons im Freien begannen die Imagines am 30. Juli zu schlüpfen, und das Schlüpfen dauerte bis 22. August an. Aus 52 Kokons schlüpften nur 9 Wespen aus, 82,7 % überwinterten. Im Thermostat von 27°, bei 70 % Feuchtigkeit, schlüpften dagegen 27 Wespen aus 36 Kokons aus; es schlugen also in diesem Falle nur 25 % die latente Entwicklung ein. Die Dauer der subitanen Entwicklung im Kokon betrug (in 9 Fällen) 26—40 Tage, durchschnittlich 32,3 Tage. Bei 27° betrug sie (in 27 Fällen) 7—28 Tage, im Durchschnitt 16,5 Tage. Die Streuung war also erstaunlich groß.

Die Lebensdauer der Imagines, nur in 5 Fällen und nur bei ♂♂ festgestellt, betrug 4—6, im Durchschnitt 4,6 Tage. Die Arrhenotokie wurde an der Nachkommenschaft von 2 unbegatteten ♀♀ verfolgt, die, am 31. Mai in einer Kiefer eingebeutelt, bis 18. Juli 20 erwachsene Nachkommen lieferten. Aus den in 27° gehaltenen Kokons schlüpften sie bis 20. August sämtlich als ♂♂ aus.

3. Lophyrus laricis Jur. v. fenestratus Enslin.

Der Name „laricis“ ist unsinnig und irreführend, da die Art an Kiefern frißt und Lärchennadeln stets als Futter verschmäht. Leider ist es nach den Nomenklaturregeln gleichwohl in solchem Falle nicht zulässig, den Namen durch einen zutreffenden zu ersetzen.

Die Schlüpfzeit von Laricis hat einen ganz anderen Typus als die beiden vorhergehenden Arten. Aus dem halben Hundert überwinterten Kokons, das wir hatten, schlüpften vom 30. Mai bis 5. Juni 12 ♀♀ und 9 ♂♂, am 24. Juli 2 ♂♂, vom 22. Juli bis 1. August 5 ♀ und 14 ♂♂, am 9. August 1 ♂, vom 18. bis 23. August 1 ♀ und 4 ♂♂, insgesamt 18 ♂♂ und 30 ♀♀. Das Ausschlüpfen erfolgte also, von einzelnen Exemplaren abgesehen, in drei kurzen Perioden, deren erste Ende Mai begann, die zweite während der letzten Juliwoche und die dritte am 18. August. Von der 2. Generation soll später die Rede sein.

Das junge Weibchen beginnt meist noch am Tage des Schlüpfens mit der Eiablage. Von 17 im Freien eingebeutelten ♀♀ lebten 9 Tage 1, 8 Tage 3, 6 Tage 3, 5 Tage 7, 4 Tage 2, im Durchschnitt 5,8 Tage. Von 19 ♂♂ lebten 8 Tage 1, 7 Tage 3, 6 Tage 4, 5 Tage 4, 3 Tage 7, im Durchschnitt 4,9 Tage.

Das Ei wird in der Mitte alter oder junger Nadeln abgelegt (nach Scheidter 1934 im oberen Drittel), in jede Nadel nur eins, es ist ganz in einer Tasche in der Nadel verborgen und blattgrün gefärbt. Die Eierzahl betrug in den Sammelzuchten:

Tabelle VII.

Lfd. Nr.	Anzahl ♂♂	Anzahl ♀♀	Beginn der Zucht	Eierzahl festgestellt am	Gesamtzahl der abgelegten Eier	Durchschnitt der abgelegten Eier
1	4	3	30. 5.	8. 6.	47	15,7
2	5	6	31. 5.	9. 6.	142	23,7
3	—	2	3. 6.	15. 6.	38	19
4	7	7	7. 7	17. 7.	136	19,4
		18			363	20,2

Tabelle VIII. Einzelzuchten.

A: mit einem oder mehreren ♂♂ eingebeutelt.

Lfd. Nr.	Beginn der Zucht	Eierzahl festgestellt am	Zahl der abgelegten Eier	
5	25. 6.	5. 8.	20	im Ovarium noch 5 legereife Eier
6	7. 7.	16. 7.	13	im Ovarium noch 24 legereife Eier
7			29	im Ovarium keine legereifen Eier mehr
8			34	
9			25	
			121	

Die Eier werden nicht auf einmal abgelegt, die meisten aber am 1. und 2. Lebenstag der Imago, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Tabelle IX.

	7. Zucht: 1 ♀	8. Zucht: 1 ♀, 1 ♂	9. Zucht: 1 ♀
1. Tag	16	19	14
2. Tag	10	12	10
3. Tag	—	3	—
4. Tag	1	—	—
5. Tag	2	+	1
6. Tag	—		+
7. Tag	+		
	29	34	25

Die durchschnittliche Zahl abgelegter Eier bei allen 23 ♀♀ betrug 21. Die gewonnenen Eier wurden behandelt wie bei den vorigen Arten. Das Ausschlüpfen der Larven erfolgte dann nach 11—14 Tagen; mit vorrückender Jahreszeit verkürzte sich die Entwicklungsdauer.

Über den Fraß der Larve ist nichts Besonderes von anderen Arten abweichendes zu sagen. Sie häutet sich 5 oder 6 mal.

Das Eiräupchen hat einen größtenteils gelben Kopf: schwarz sind das Scheiteldreieck, Oberlippe und Mandibeln; dunkel (bräunlich) auch der Rand des Hinterkopfes. Die Beine

sind schwarz mit grüner Basis: hinter dem Kopf scheinen die Oesophagussäcke gelb durch; der übrige Körper erscheint hellgrün, weil der Darminhalt in dieser Farbe hindurchscheint; die Haut ist an sich ziemlich farblos. Im 2. Stadium ist der Hinterrand des Kopfes durch einen schmalen dunklen Streifen mit dem Scheiteldreieck verbunden, sonst alles unverändert. Das „Scheiteldreieck" ist eigentlich ein Halbkreis. Im 3. Stadium ist am Kopf schwarz ein aus dicken schwarzen Linien bestehendes geschlossenes Scheiteldreieck und die Verlängerung desselben bis zum Rande des Hinterkopfes, die dessen Mitte breit einnimmt, sowie der Clypeus; gelb sind die Vorderstirn und der kleine Fleck, den das Scheiteldreieck einschließt, dazu die ganzen Kopfseiten. Vergleicht man diese Beschreibung mit der von *Virens*, so sieht man, daß in den drei ersten Stadien die Larven dieser beiden Arten sich deutlich durch die Färbung des Kopfes unterscheiden. Um so auffälliger ist die völlige Übereinstimmung des 4. Stadiums beider, die so weit geht, daß zur Beschreibung einfach auf die bei *Virens* verwiesen werden kann und leider auch muß, denn es gelang trotz aller Mühe nicht, ein unterscheidendes Merkmal zu finden, außer insofern, als das 4. Stadium von *Laricis* einen ausgesprochen gelben Kopf hat, während er bei *Virens* im 4. Stadium bereits grün ist.

Im 5. und 6. und wenn eine sechste Häutung stattfindet, im 7. Stadium treten keine Veränderungen der Färbung mehr auf; nur wechselt die Färbung des Kopfes von Gelb mehr in Grün hinüber. Die erwachsene Larve hat einen grünen Scheitel und einen eher gelb als grün zu nennenden Hinterkopf, worin sich denn ein gewisser Unterschied zu *Virens* zeigt, der aber schwerlich konstant sein dürfte. Die Länge der Larve am Ende dieses Stadiums beträgt 26 mm.

Die stark verkürzte Spinnlarve ist einfarbig grün. Unsere in eingetopften kleinen Kiefern aufgewachsenen Larven verpuppten sich zu einem kleinen Teil (5) an den Wänden des Gazesackes, andere (7) unter der Streu auf der Erde des Topfes, die meisten (17) 1—3 cm tief in der Erde.

Imagines schlüpften vom 14.—21. August. Aus 14 im Freien aufbewahrten Kokons schlüpften 12 Wespen aus, während 2 = 14,3% überwinterten. Die Entwicklungsdauer im Kokon betrug 25—32, im Durchschnitt 28,3 Tage.

Diese Imagines 2. Generation wurden im Freien beim Institut eingebeutelt und legten Eier ab, aber die Larven vollendeten sämtlich ihre Entwicklung nicht.

4. Lophyrus nemoralis Ensl.

Im Winter 1932 erhielt das Entomologische Seminar von den mecklenburgischen Forstämtern viele *Lophyrus*-Kokons, die bei der Suche nach Schädlingen in der Streu gefunden worden waren. Aus diesen konnten die großen, besonders gefärbten Kokons von *L. nemoralis* aussortiert werden. Die Schlüpfzeiten waren folgende: Außer einigen Vorläufern und einigen Spätlingen kamen also die Imagines im Hochsommer zum Vorschein.

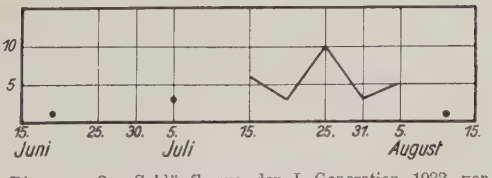


Diagramm 3. Schlüpfkurve der I. Generation 1933 von *Lophyrus nemoralis* Ensl.

Die Nachkommenschaft wurde im Pinetum aufgezogen, die Einzelheiten der Entwicklung wurden dabei nicht verfolgt. Was von den Larven zum

Einspinnen gelangte und überwinterte, wurde fast ganz für die Untersuchung innerer Entwicklungsvorgänge verbraucht. Die wenigen Kokons, die übrigblieben, lieferten nur eine einzige Imago, einen Spätling, am 31. Juli 1934. Dieses ♀ legte 56 Eier einzeln nahe der Spitze je einer Nadel ab; nur 2 oder 3 Nadeln enthielten je 2 Eier. Die Eier sind gelb, der vordere Eipol ist nach der Basis der Nadel zu gerichtet. Um dies festzustellen, mußte ich 3 Eier verbrauchen; aus den restlichen 53 schlüpften 3 Larven, die in Petrischalen im Labor aufgezogen wurden. Das Muttertier lebte bis zum 8. August.

Die ersten Larven schlüpften am 13. August. Die Larven sind zuerst ganz blaßgrün; im Laufe des Tages werden sie blattgrün. Der Kopf ist mit Ausnahme des Vorderkopfes und des Scheiteldreiecks, die gelb sind, glänzend schwarz, so auch die Brustbeine, jedoch ist die Mitte ihres Basalgliedes grün. Die erste Häutung fand am 19. August statt. Die Färbung blieb dabei unverändert. Nach der 2. Häutung, die am 23. statthatte, war die Färbung wiederum unverändert, nur hatte sich das Schwarz des Kopfes auf Kosten des Gelb ausgedehnt. Nach der 3. Häutung, die am 29. erfolgte, ist das Tier olivgrün, unten gelb; an den Seiten bildet die Umgebung jedes Stigmas einen kreisförmigen gelben Fleck. Die Beine sind schwarz mit Ausnahme der Basis. Der Kopf ist schwarz mit Ausnahme eines kleinen gelben Fleckes auf dem Scheitel. Nach der 4. Häutung ist das letzte Freßstadium erreicht; die Färbung in diesem Alter ist bekannt und braucht hier daher nicht beschrieben zu werden.

Diese Larven vollendeten ihre Entwicklung nicht. Von anderen, die am 17. August aus dem Ei kamen, wuchs eine ganz heran; sie häutete sich am 24. 8., 28. 8., 3. 9., 10. 9. und 17. 9., also 5mal. Im Spinnlarvenstadium, 21 mm lang, ist sie von unbestimmter grünlicher Grundfarbe; durch eine dünne Wachsschicht, die der Oberfläche aufliegt, entsteht eine bläuliche Färbung. Zuweilen tritt das Wachs als weißliche Bereifung auf. Die Stigmen sind groß, gelb, von einem gelben Hof umgeben; darüber befindet sich ein schwarzer Fleck; Bauch, Brust- und Bauchfüße sind gelbgrün.

Der Kokon ist dunkelbraun, 9 bis über 10 mm lang, 4,5—5 mm breit. Zur Züchtung einer folgenden Generation reichte das Material nicht aus.

5. Lophyrus socius Kl.

Aus Larven, die frostfrei überwintert waren, schlüpften 1934 zwei ♀♀ (aus Leussow) am 5. Juni, die sich nicht fortpflanzten, dann 1 ♀ (aus der Warener Stadtforst) am 15. September, also merkwürdig spät. Dieses wurde im Freien an einer Kiefer eingebeutelt und lebte bis 25. September. Die Untersuchung des Kiefernzweiges ergab, daß etwa 52 Eier abgelegt waren, 3—8 in eine Nadel. Das abgestorbene ♀ hatte im Ovar nur noch 3 legereife Eier, dazu eine geringe Anzahl unreifer. Jede Tasche mit dem Ei hebt sich als ovaler, fahlbrauner, scharfumrissener Fleck von dem Grün

der Nadel auf einer Seite derselben ab; auf der anderen Seite ist nur ein fahler Randstreif sichtbar. Die Nadel ist nicht aufgetrieben. Das Ei ist weißlich, sehr lang (1,8 × 0,4 mm), an beiden Enden zugespitzt, eingekrümmt.

Der mit Eiern belegte Zweig wurde abgeschnitten und ins Labor gebracht, weil im Freien zu dieser vorgerückten Jahreszeit keine Aussicht auf Vollendung der Entwicklung der Larven bestanden hätte. Im Labor aber starben die Eier ab.

Allgemeines über die untersuchten Lophyrus-Arten.

Bevor einige den *Lophyrus*-Arten, die ich untersuchte, gemeinschaftliche Züge hervorgehoben werden, seien die Unterschiede der Farbe und Lage der Eier verschiedener Arten tabellarisch dargestellt:

	Lage des Eies in der Nadel	Wie viele in einer Nadel	Farbe des Eies	Bemerkungen
1. *Frutetorum* . . .	nahe der Basis	1	gelb	an jungen Nadeln in der Mitte
2. *Virens*	nahe der Spitze alter Nadeln	1	blattgrün	
3. *Laricis*	in der Mitte alter und junger Nadeln	1	blattgrün	
4. *Nemoralis*	nahe der Spitze[1])	1 selten 2	gelb	
5. *Socius*	über die Nadel verteilt	3—8	weißlich	

In allen untersuchten Fällen zeigte sich, bei verschiedenen Arten, daß der vordere Eipol (der Kopf der Larve) nach der Basis der Nadel zu gerichtet war.

Aus den Einzelkurven des Schlüpfens der Arten ergibt sich, daß dieses im Mai beginnt und sich bis in den Spätsommer erstreckt; dazu kommt das von anderen berichtete Überliegen eines Teils der Larven bis in spätere Jahre, das jedoch bei unserem Material nicht eintrat oder vielleicht wegen Absterbens des Materials nicht zur Beobachtung kam.

Es gibt mindestens bei den ♀♀ kein Intervall; sie sind am Tage des Schlüpfens geschlechtsreif und beginnen bei genügender Wärme noch an diesem Tage mit der Eiablage, legen sogar an diesem und am nächsten Tage die meisten Eier ab, später nur noch wenige. Alle unsere Arten pflanzten sich regelmäßig parthenogenetisch fort, das Ausbleiben der Begattung bedeutet keinerlei Verzögerung oder Beeinträchtigung der Fortpflanzung. Bei *Frutetorum* und *Virens* wurde festgestellt, daß bei Parthenogenese nur ♂♂ erzeugt werden.

[1]) Die Eiablage dieser Art konnte nur im Hochsommer verfolgt werden, also zu einer Zeit, da der Unterschied „alte“ und „junge“ Nadeln nicht mehr besteht. Die Angaben für die 3 anderen Arten beziehen sich auf eine frühere Jahreszeit.

Die Lebensdauer der Imagines bei Haltung an der lebenden Kiefer im Freien ergibt sich aus der folgenden Gegenüberstellung:

Frutetorum	♀	höchstens 10 Tage,	durchschnittlich 6,7 Tage,
	♂	höchstens 8 Tage,	durchschnittlich 6,2 Tage.
Virens	♀	höchstens 9 Tage,	durchschnittlich 5,7 Tage,
	♂	höchstens 7 Tage,	durchschnittlich 5,7 Tage.
Laricis	♀	höchstens 9 Tage,	durchschnittlich 5,8 Tage,
	♂	höchstens 8 Tage,	durchschnittlich 4,9 Tage.

Die Zahlen liegen so nahe beieinander und die Haltung nähert sich so sehr den natürlichen Verhältnissen, daß man geneigt sein könnte zu meinen, die natürliche Lebensdauer sei wirklich so kurz. Es ist aber zu bedenken, daß das Versuchsgärtchen immerhin mitten in einer größeren Stadt mit ihrem Luftverderbnis liegt. Grund zu Bedenken gab auch die Tatsache, daß die abgestorbenen ♀♀ fast immer noch legereife Eier enthalten, und die geringe Zahl der abgelegten Eier. Die Zahlen dürfen daher vorerst nicht verallgemeinert werden.

Die untersuchten Arten häuten sich als Larve verschieden oft: *Frutetorum* und *Virens* 4 mal, *Laricis* 5—6 mal, *Nemoralis* 5 mal, wozu dann noch die Verwandlung in die Puppe als nächste Häutung hinzutritt.

Die Anzahl der Generationen wird in der Literatur für alle 4 Arten, die wir aufzogen, mit 2 angegeben. Für die hiesige, westbaltische Gegend, die ja ziemlich weit nördlich liegt, gilt folgendes:

Wie schon erwähnt, gelang es 1932 und 1933, selbst nachdem die Larven bei Müritz sehr stark gefressen hatten, im Frühherbst nicht, Larven einer zweiten Generation zu finden. Es gibt dennoch eine zweite Generation auch hier, die aber in gewöhnlichen Jahren Schwierigkeiten haben mag, in unserem Klima ihre Entwicklung zu vollenden. Denn beim Suchen nach Kiefernspannerpuppen, fünf Wochen vor Weihnachten 1929, wurden bei Waren in der Waldstreu zahlreiche *Lophyrus*-Raupen gefunden, die als solche zu überwintern versuchten. Die Mitteltemperatur der Monate August bis Oktober betrug damals bei Rostock:

	August	September	Oktober
1929	16,0°	14,7°	9,2°
Sie betrug 1934	16,6°	15,4°	9,8°
Sie beträgt im langjährigen Durchschnitt	15,9°	12,7°	9°

Die im Winter gefundenen Larven von 1929 waren also nicht fertig geworden, obgleich der September ungewöhnlich warm gewesen war. Vielleicht waren es Nachzügler. In der noch wärmeren, trockenen und sonnigen Vegetationsperiode 1934 waren die *Lophyrus*-Raupen im allgemeinen zu jeder Zeit recht selten, aber im Südwesten von Mecklenburg, in den Forsten Kaliß und Leussow wurden in den ersten Oktobertagen von den Forstverwaltungen auf unsere Bitte hin ziemlich viele *Lophyrus frutetorum* und wenige *Virens* abgeklopft und uns zugesandt. Die meisten hatten sich

während des Transportes eingesponnen, der Rest tat dieses sehr bald. Die Larven konnten unter den Verhältnissen dieses Jahres ihre Entwicklung also leicht vollenden.

Aus den oben bei den einzelnen Arten gemachten Angaben über Zuchtergebnisse geht hervor, daß *Virens* selbst in diesem Jahre nur zum kleinsten Teil sich subitan entwickelte und also auch in günstigen Jahren hier die 2. Generation dieser Art nur eine schwache Teilgeneration ist. Experimentell kann man durch dauernde hohe Wärme (27°) während der Kokonruhe die große Mehrzahl zur subitanen Entwicklung veranlassen. Auch *Frutetorum* zeigte sich in dieser Hinsicht beeinflußbar, aber, da ohnehin die meisten Stücke sich subitan entwickelten, viel schwächer.

Herbstkokons zur subitanen Entwicklung zu bringen, gelang auch durch Anwendung hoher Wärme nicht. Unsere einzellebenden *Lophyrus*-Arten sind also heterodynam im Sinne Roubauds, und zwar haben nicht nur die beiden Generationen eine verschiedene Entwicklungsdynamik, sondern auch innerhalb der gleichen Generation ist die Dynamik der Entwicklung sehr verschieden — wie man ja weiß —, durch hohe Wärme jedoch erheblich beeinflußbar. Fälle von jahrelangem Überliegen der Kokonlarven sind uns wie schon gesagt wurde, nicht vorgekommen.

Parasiten aus Lophyrus-Kokons.

Im Laufe der Untersuchung wurden Tausende von *Lophyrus*-Kokons eingetragen, dazu viele Raupen, die sich einspannen. Aus den Kokons schlüpften zahlreiche Parasiten aus, die hier namentlich angeführt werden. Eine Unterscheidung der *Lophyrus*-Arten war dabei nicht durchführbar, und die folgende Liste enthält daher alle an *Lophyrus* überhaupt gezogenen Parasiten mit folgender Maßgabe: In der Liste sind zunächst nur diejenigen Arten angeführt, welche mit Sicherheit aus *Lophyrus*-Kokons schlüpften. Bei dem großen Umfang des im Institut vorliegenden Zuchtmaterials aus Forstschädlingen verschiedener Art war keine ständige Beaufsichtigung des Hilfspersonals möglich, und da Herr Professor Bischoff bei einigen Arten Zweifel äußerte, ob sie *Lophyrus*-Parasiten seien (er meinte, daß es sich vielleicht um Forleulenparasiten handle), so sind diese Parasiten fortgelassen oder als fraglich vermerkt worden, obgleich es leicht möglich ist, daß bei dem gleichzeitigen Vorkommen vieler Forleulenraupen und vieler *Lophyrus* gewisse Parasiten gelegentlich eine ungewöhnliche Wirtswahl treffen werden.

A. Schlupfwespen.[1])

Vom 12. Juni bis 11. Juli schlüpften aus: 5 *Stylocryptus erythrogaster* Grav., 4 ♀♀ und 1 ♂.

Vom 5. Mai bis 10. August schlüpften aus: 129 *Microcryptus basizonius* Grav., 47 ♀♀ und 82 ♂♂ (Bischoff: „Bei den Männchen können nach der Gesichtsfärbung verschiedene Formen unterschieden werden)".

[1]) Bestimmt von Herrn Prof. Bischoff, Berlin.

Vom 5. Juni bis 25. Juli schlüpften aus: 39 *Henicospilus merdarius* Grav., 19 ♀♀ und 20 ♂♂.

Vom 15. Mai bis 20. August schlüpften aus: 54 *Holocremnus macellator* Thunbg. mit Übergang zu *clandestinus* Hlmgr., 26 ♀♀ und 28 ♂♂.

Am 15. Mai schlüpften 2 ♀♀ *Holocremnus* spec. aus.

Am 17. Mai schlüpfte 1 ♂ *Banchus femoralis* Thoms. aus. (Bischoff: „Verhältnismäßig kleines Individuum; normal nicht *Lophyrus*-Parasiten.")

Am 27. Mai und 3. September schlüpften aus: 2 ♂♂ *Mesochorus fulgurans* Curt.

Am 27. Mai schlüpfte 1 ♀ *Mesochorus* spec. aus.

Am 22. Mai und 30. Mai schlüpften aus: 2 *Exenterus marginatorius* F., 1 ♀ und 1 ♂.

Vom 31. Juli bis 30. August schlüpften aus: 8 *Hypsantyx impressus* Grav., 5 ♀♀ und 2 ♂♂.

Vom 7. Juni bis 5. September schlüpften aus: 5 *Zemiophorus scutulatus* Htg., 3 ♀♀ und 2 ♂♂.

Vom 27. Mai bis 3. Juni schlüpften aus: 2 *Lamachus lophyrorum* Htg.. 2 ♀♀.

Am 16. Juni schlüpften aus: 2♀♀ *Lamachus frutetorum* Htg.

Am 8. Mai schlüpfte 1 ♀ *Polyplastus* spec. aus.

Vom 26. Juni bis 12. Juli schlüpften aus: 9 *Monodontomerus dentipes* F., 8 ♀♀ und 1 ♂.

Vom 6. Juni bis 20. Oktober schlüpften aus: 83 *Microplectron fuscipennis* Zett.

Am 15. Mai schlüpfte 1 ♂ (?) *Ichneumon annulator* F. aus. (Bischoff: „Vermutl. Lepidopt. Parasit.")

Am 10. und 20. Juni schlüpften 2 ♂♂ (?) *Platylabus cothurnatus* Grav. aus. (Bischoff: „Vermutl. Lepidopt. Parasit.")

Vom 15. bis 25. Juni schlüpften aus: 3 (?) *Exochilum circumflexum* L., 3 ♀♀ und 1 ♂ (Bischoff: „Diese Stücke stimmen mit den aus *Panolis* gezogenen Individuen so weitgehend überein, daß ich sie nicht für *Lophyrus*-Parasiten halten möchte)".

Am 6. Juni schlüpfte 1 ♀ (?) *Campoplex adjunctus* Först. aus. (Bischoff: „ob aus *Lophyrus*.")

Diese Liste enthält möglicherweise auch Hyperparasiten.

B. Tachinen.[1])

Vom 26. Juni bis 12. Juli schlüpften aus: 4 *Ceromasia nigripes* Fall. (Taster schwarz).

Vom 12. Juni bis 28. August schlüpften aus: 30 *Ceromasia inclusa* Htg. (Taster gelb).

Am 1. September schlüpfte 1 *Diplostichus janithrix* Htg. aus.

---

[1]) Bestimmt von Herrn Konrektor O. Karl, Stolp i. P.

Am 22. und 28. August schlüpften aus: 2 *Hemimasicera* (*Erycia*) *vicina* Zett. (*gyrovaga* Rond.).

Am 30. August schlüpfte 1 (?) *Eggeria fasciata* Egg. aus. (Karl: „Bisher nur als Schmetterlingsparasit bekannt.")

Am 8. August schlüpfte 1 *Musca corvina* Fabr. aus.

Am 20. Oktober schlüpften 2 *Megaselia ruficoruis* Meig. aus.

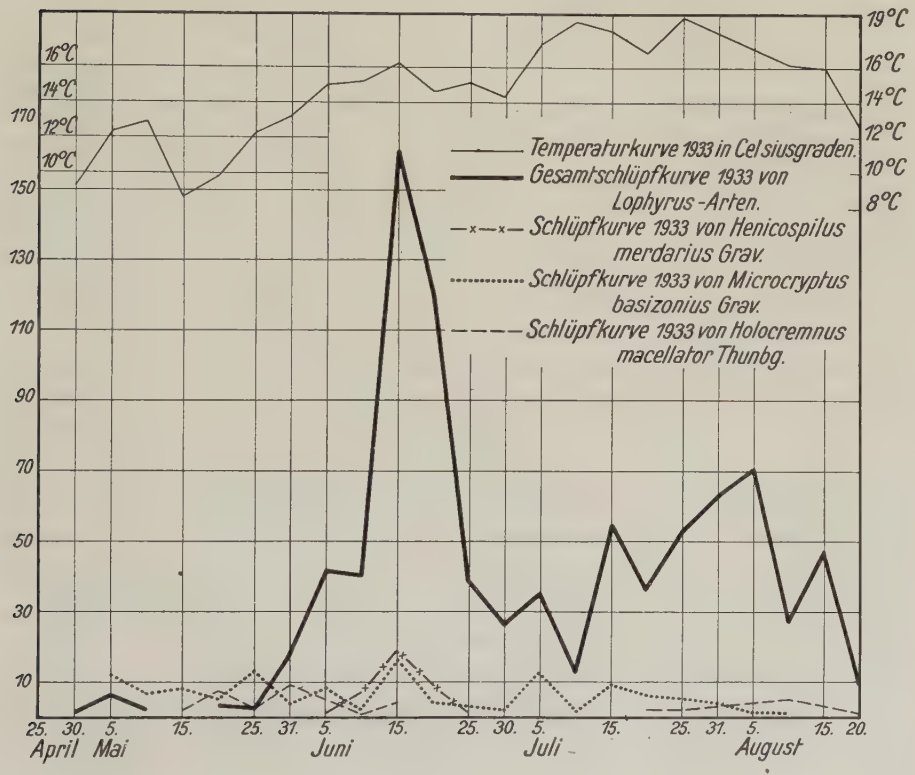


Diagramm 4.

Als Episit[1]) beobachtet wurde die Spinne *Xysticus viaticus*[2]), die im August beim Abprellen von Raupen in eine derselben verbissen aus der Krone auf das untergebreitete Tuch herabfiel.

Das Diagramm zeigt 1. die Gesamtschlüpfkurve 1933 der *Lophyrus*-Imagines sämtlicher Arten, 2. die Schlüpfkurven von 3 häufigen Parasiten und 3. dazu den Temperaturgang. Es bestehen deutliche Beziehungen des Schlüpfens zur Temperatur.

---

[1]) Als Episiten (oder Prädonen) bezeichnet Prof. K. Friederichs mit Lotka diejenigen Feinde (Zoophagen) eines Tieres, welche nicht Parasiten sind und die man meist Räuber nennt.

[2]) Bestimmt von Frau M. Dahl Berlin.

B. Blattwespen an Lärchen (*Larix decidua* und *Kaempferi*).

Ein Massenauftreten von Blattwespenlarven an japanischen Lärchen 1933 in der Forst des Jagdgutes Neu-Sammit gab Veranlassung zur Untersuchung der an Lärchen vorkommenden Blattwespen. Daselbst waren vertreten: *Lygaeonematus wesmaeli* Tischb. und *Nematus erichsoni* Htg., beide massenweise, dazu *Lygaeonematus laricis* Htg. (weniger). Es gibt dort drei kleine Lärchenbestände. Der erste (1 ha groß) liegt mitten in der Forst, ganz von dichten, ziemlich hohen Kiefernbeständen eingeschlossen, im Windschutz, sehr warm. Er war am stärksten befallen, auch von *Coleophora laricella* (Lärchenmotte), *Cnaphalodes strobilobius*, *Hylobius*, Engerlingen und Hallimasch. Der zweite Bestand liegt in einer Geländemulde am Parkrand, etwas weniger geschützt, an Mischwald grenzend und etwas weniger warm. Er war nicht so stark von Insekten befallen. Der dritte Bestand dagegen, frei am Waldrand liegend in der Nähe eines Sees, ist ohne Windschutz, kühler; hier waren alle Schädlinge nur schwach vertreten. Der Boden ist an allen drei Stellen nicht ganz arm und nicht ganz trocken (es können Buchen darauf wachsen), aber sandig. Die Untersuchung fand Ende Juli statt.

Im Jahre 1934 war in dem wärmsten Bestand (I) *Coleophora* wieder sehr stark vertreten; die Blattwespen waren überall an Zahl zurückgegangen, Bestand III war von diesen und überhaupt von Schädlingen so gut wie ganz frei. Nachdem Friederichs für die Forleule und für den Kohlweißling festgestellt hat, daß ihre Verteilung im Wald bezw. über die Felder hierzulande von der örtlichen Temperatur stark abhängig ist, indem die wärmsten Örtlichkeiten bevorzugt werden und nur in solchen Kahlfraß eintritt, lag es nahe, auch in der Verteilung der genannten Schädlinge auf die drei Lärchenbestände eine Funktion der Temperatur zu erblicken. Dabei wurden 1934 Messungen der Temperatur vorgenommen, die erste am 1. Juni. Verglichen wurde zuerst die Temperatur (in Brusthöhe) von Bestand I mit Bestand II (diese Messung wird in der Tabelle IIa genannt, sodann II (IIb) mit III.

Tabelle X.

Bestand	Zeit	Temperatur	Differenz
I	10^{45}—11 Uhr	25,7 °	1,4 °
IIa	10^{45}—11 „	24,3 °	
IIb	11^{50}—12 „	25,1 °	0,5 °
III	11^{50}—12 „	25,6 °	

Die zweite Messung wurde am 10. August vorgenommen und auf I und III beschränkt.

Tabelle XI.

Zeit	Temperatur I	Temperatur III	Differenz	Bemerkungen
10^{15}	22,25 °	21 °	0,75 °	keine Sonne
10^{45}	23,50 °	20,50 °	3,00 °	Sonne
11^{15}	24 °	21,50 °	2,50 °	Sonne
11^{45}	20 °	22 °	2,00 °	Sonne

Die Differenz der Temperatur zwischen I und III war also beide Male beträchtlich. Die Maxima und Minima werden sich vermutlich noch viel stärker unterscheiden. Es soll hier nicht weiter auf die grundsätzliche Bedeutung der Temperaturunterschiede in der Landschaft für die Verteilung vieler Insekten darin eingegangen werden, sondern es genüge dieser kleine Beitrag, der erkennen läßt, daß auch jene Blattwespen dem wärmsten, am meisten windgeschützten Bestand den Vorzug gegeben hatten bezw. darin am besten gediehen.

6. Lygaeonematus laricis Htg.

Mit dieser als Schädling neuerdings häufiger genannten Art sei begonnen. Aus den in einem frostfreien Raum überwinterten Kokons begannen die Imagines am 28. April zu schlüpfen.

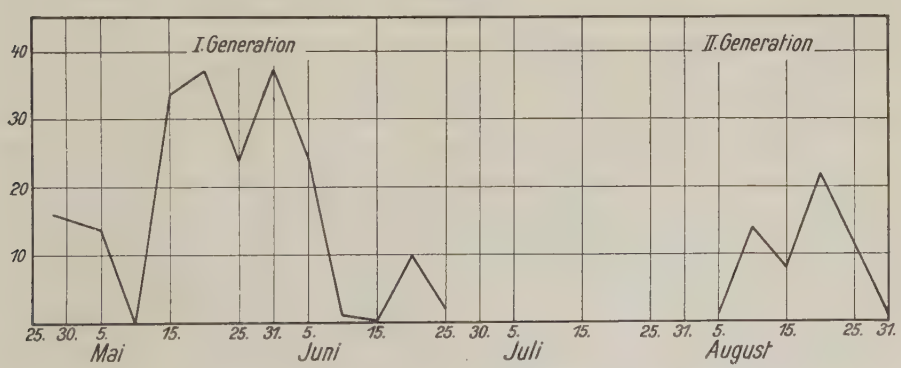


Diagramm 5. Schlüpfkurve 1934 von *Lygaeonematus laricis* Htg.

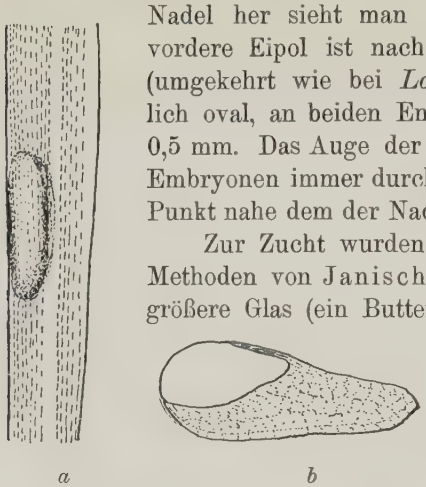
Es gelang nicht die Paarung zu beobachten. Weibchen, denen keine Gelegenheit dazu gegeben wurde, begannen gleichwohl noch am Tage des Schlüpfens mit der Eiablage und entledigten sich an diesem Tage ihrer meisten Eier; nur wenige wurden noch am zweiten Tage abgelegt, zuweilen noch einige am dritten.

Beim Eierlegen sitzt das ♀ auf einer alten Nadel, wobei es den Kopf dem Innern des Triebes zuwendet, den Hinterleib einbiegt und die Säge anwendet. Für jedes Ei braucht die Wespe 40—90 Sekunden; nach dem Ablegen von 2—3 Eiern macht sie immer eine Pause, während deren sie erschöpft ruht. In jede Nadel schiebt sie nur 1 Ei, und zwar ganz hinein (Abb. 2). Von der Kante der Nadel aus sieht man, daß diese nach der

Tabelle XII. Zeit der Eiablage.

	1 ♀	1 ♀	1 ♀ u. 1 ♂	1 ♀ u. 1 ♂	1 ♀ u. 1 ♂	1 ♀ u. 1 ♂	1 ♀ u. 1 ♂	1 ♀ u. 1 ♂
1. Tag	25	30	26	32	20	27	13	20
2. Tag	5	8	4	8	4	9	3	—
3. Tag	2	—	—	—	2	—	—	—
4. Tag	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Tag	—	+	—	—	—	—	—	—
6. Tag	+		+	—	—	—	+	—
7. Tag				—	—	—		—
8. Tag				—	+	—		—
9. Tag				+		+		+
Eier	32	38	30	40	26	36	16	20

Unterseite der Nadel zu durch das viel dickere Ei stark ausgebeult wird. Selten werden mehrere Eier in eine Nadel gelegt. Von der Oberseite der Nadel her sieht man das Ei und die Tasche nicht. Der vordere Eipol ist nach der Spitze der Nadel zu gerichtet (umgekehrt wie bei *Lophyrus*). Das Ei ist gelblich, länglich oval, an beiden Enden zugespitzt, Länge 1 mm, Breite 0,5 mm. Das Auge der entstehenden Larve ist bei größeren Embryonen immer durch die Eihüllen hindurch als schwarzer Punkt nahe dem der Nadelspitze zu gerichteten Ende sichtbar.



a *b*

Abb. 2.
a Ei von *Lygaeonematus laricis* in der Lärchennadel.
b Querschnitt.

Zur Zucht wurden diese Wespen im Zimmer nach den Methoden von Janisch und Zwölfer gehalten. Das untere, größere Glas (ein Butterglas) war mit etwas Wasser gefüllt und mit Gaze zugebunden; auf dieser stand eine halbe Petrischale, unter der eingeklemmt ein Lärchentrieb, mit seinem Ende in einer wassergefüllten Flasche befindlich, lag. Tut man die Wespen einfach mit einem Trieb in eine Petrischale, so wird dieser allzuleicht trocknen.

Tabelle XIII. Massenzuchten.

Anzahl der abgelegten Eier.

Lfd. Nr.	Anzahl ♂♂	Anzahl ♀♀	Beginn der Zucht	Eierzahl festgestellt am	Gesamtzahl der abgelegten Eier	Durchschnittszahl der abgelegten Eier
1	—	4	19. 5.	24. 5.	83	20,7
2	—	7	20. 5.	26. 5.	120	17,1
3	2	4	21. 5.	27. 5.	92	23
4	1	3	22. 5.	28. 5.	38	12,6
		18			333	18,5

Tabelle XIV. Einzelzuchten.

Lfd. Nr.	Anzahl ♂	Anzahl ♀	Beginn der Zucht	Eierzahl festgestellt am	Gesamtzahl der abgelegten Eier	Durchschnittszahl der abgelegten Eier
			A. mit einem ♂.			
5	1	1	12. 5.	17. 5.	36	
6	1	1	12. 5.	17. 5.	16	
7	1	1	12. 5.	17. 5.	20	
8	1	1	13. 5.	18. 5.	43	
9	1	1	13. 5.	18. 5.	32	
10	1	1	13. 5.	18. 5.	25	
11	1	1	5. 5.	14. 5.	23	
12	1	1	5. 5.	14. 5.	34	
13	1	1	21. 6.	26. 6.	40	
14	1	1	22. 6.	27. 6.	30	
15	1	1	22. 6.	27. 6.	28	
		11			327	29,7
			B. ohne ♂.			
16		1	13. 5.	18. 5.	30	
17		1	14. 5.	19. 5.	32	
18		1	16. 5.	20. 5.	11	
19		1	16. 5.	20. 5.	20	
20		1	21. 6.	26. 6.	32	
21		1	22. 6.	27. 6.	38	
		6			163	27,1

Die kleinere Durchschnittszahl in den Massenzuchten kommt wohl dadurch heraus, daß ein Teil der ♀♀ abstirbt, ohne Eier zu legen. Bei Berechnung der durchschnittlichen Fruchtbarkeit eierlegender ♀♀ bleiben daher die Massenzuchten außer Betracht, und der Durchschnitt ist dann bei Pärchen 29,7, bei Einzelweibchen 27,1, die Höchstzahl im ersten Falle 43, im zweiten Falle 38. Es wurde nicht geprüft, ob eine größere Anzahl von Eiern im Ovarium zurückbleibt.

Die Imago lebt nach beendigter Eiablage noch einige Tage, wie aus Tabelle XII hervorgeht. Aus der nachstehenden Tabelle XV ersieht man weiteres über die Lebensdauer, die beim ♂ bis zu 8 Tagen, im Durchschnitt 5,1 Tage beträgt, beim ♀ bis 10, im Durchschnitt 7,4 Tage.

Die mit Eiern belegten Nadeln wurden vom Trieb entfernt und in Petrischalen mit befeuchtetem Fließpapier getan. Ihre Entwicklung dauerte im Mai im Labor 9—15 Tage, im Durchschnitt 11,6 Tage.

Die Entwicklungsdauer der Larve bis zum Einspinnen, ist, den verschiedenen Umständen der Aufzucht entsprechend, verschieden lang; sie ist in Tabelle XVI dargestellt. Zur Herstellung einer Kurve für das bei konstanter Temperatur aufgezogene Material reichten die erhaltenen Daten nicht aus.

Tabelle XV.

Lebensdauer von *Lygaeonematus laricis*.

Jahreszeit: Mai.

Lebensdauer in Tagen	Anzahl der ♂♂	Anzahl der ♀♀
2	1	—
3	2	—
4	2	1
5	1	3
6	1	6
7	3	5
8	1	13
9	—	7
10	—	3
	11 ♂♂	38 ♀♀

Tabelle XVI.

Entwicklungsdauer von *Lygaeonematus laricis*.

Eiraupe ausgeschlüpft am	Verpuppt am	Puppenzahl	Entwicklungsdauer
I. Larve im Zimmer aufgezogen:			
13. 6.	30. 6.	2	17 Tage
13. 6.	1. 7.	1	18 „
13. 6.	4. 7.	4	21 „
13. 6.	30. 6.	2	17 „
13. 6.	1. 7.	1	18 „
			Durchschnitt 17,8 Tage
II. Larve im Thermostat aufgezogen:			
a) bei 12° C 70% Feuchtigkeit			
23. 5.	8. 7.	3	45 Tage
b) bei 15° C 100% Feuchtigkeit			
16. 5.	24. 6.	6	39 „
c) bei 25° C 70% Feuchtigkeit			
12. 6.	7. 7.	1	25 „
12. 6.	28. 6.	4	16 „
2. 6.	19. 6.	5	17 „
2. 6.	22. 6.	2	20 „
2. 6.	23. 6.	1	21 „
			Durchschnitt bei 23° 18 Tage
d) bei 27° C 70% Feuchtigkeit			
24. 5.	6. 6.	2	14 Tage
24. 5.	7. 6.	3	15 „
			Durchschnitt bei 27° 14,6 Tage

Die drei Tage alte, 3 mm lange Larve hat einen gelbgrünen Rumpf, braunen Kopf, grün- und schwarze Beine. Bei 1 Tag alten Tieren ist alles heller, die schwarzen Binden an den Beinen sind nur schwach angedeutet. Im Alter von 8 Tagen, 5 mm lang, hat die Larve einen grünen Kopf mit starken, ziemlich dichtstehenden braunen Punkten. Ein Paar weißliche Rückenstreifen ist angedeutet, ein weißer Seitenstreif deutlicher als diese. Beine fahlbraun. Die erwachsene Larve ist blattgrün, über den Kopf sind braune Punkte regelmäßig verteilt. Das Rückengefäß ist von zwei weißlichen Streifen eingefaßt; ein weißer Streif befindet sich auch an den Seiten des Körpers. An den Brustbeinen befinden sich kleine braune Flecken. Länge bis 10 mm. Die Larve häutet sich 4mal. Das Einspinnstadium ist unverändert.

Zur Verpuppung begibt sich die Larve an den Boden und kriecht unter die Streuschicht. Ein vorheriges Ausstoßen einer peritrophischen Membran wie bei Lophyrus wurde nicht beobachtet. Der lederartige Kokon ist ausgefärbt von einem sehr dunklen Braun; Länge 4,5—6,5, Breite 2—3 mm. Larven, die bei Barnstorf unweit Rostock gesammelt und im Zimmer gehalten wurden, waren teils schon am 7. Juni fertig, teils später, bis zum 13. August hin.

Tabelle XVII.

Entwicklungsdauer und Mortalität der Puppe.

Anzahl der Versuchs-puppen	Aufbewahrt im	Es schlüpften Wespen	Es schlüpften Prozent	Mortalität	Streuung der Entwicklungs-dauer	Durchschnittliche Entwicklungs-dauer
18	Keller bei 14—16°	12	66,6	33,4	16—40 Tage	26,4 Tage[1])
8	im Freien in Reagenzglas	5	62,5	37,5	16—30 Tage	23,8 Tage
113	im Zimmer in Reagenzgläsern	72	63,7	36,3	9—27 Tage	15,6 Tage
38	im Thermostat bei 27°	6	15,7	84,3	16—22 Tage	19,6 Tage

Die Reagenzgläser, in denen die Kokons in Thermostaten bei 27° sich befanden, enthielten in ihrem unteren Teil Kochsalz zwecks Regelung der Feuchtigkeit. Ob die damit beabsichtigte Erhaltung der r. L. auf 70% erreicht worden ist, erscheint fraglich in Anbetracht der im Thermostat eingetretenen auffallend hohen Sterblichkeit und der Verlangsamung der Entwicklung gegenüber den Zimmerzuchten.

Es entstand sodann eine 2. Generation, und man findet die Larven im Freien noch sehr spät, bis Ende September und Anfang Oktober.

[1]) 1 Wespe: 50 Tage.

Gesammelte und gezüchtete Larven wurden zur Verpuppung gebracht und zum Teil in einen Thermostaten von 27° gebracht. Es fand darin im Herbst eine Entwicklung zur Imago ebensowenig wie im Freien statt, und die Art ist demnach heterodynam.

Den Larven stellt die Wanze *Picromerus bidens* nach, wie am Baum beobachtet wurde. Aus den Kokons der im Wald gesammelten Larven schlüpften folgende Arten von Schlupfwespen:

8 Stück *Polyblastus westringi* Hlmgr. im Mai und Anfang Juni.

Ferner wurden 2 Stück der Tachinide *Ptychomyia selecta* aus diesen Larven im Mai erzogen.

7. Lygaeonematus wesmaeli Tischb.

Aus den in Neu-Sammit Ende Juli massenhaft gesammelten Afterraupen, die sich in der Gefangenschaft alsbald verpuppt hatten; begannen nach Überwinterung in einem frostfreien Raum die Imagines am 10. Mai zu schlüpfen. Das Schlüpfen endigte am 6. Juni. Aus dem großen Material schlüpften nur 42 Wespen. Die Kokons waren zur Überwinterung teils in dem Erdversteck in Töpfen geblieben, in das sie sich verkrochen hatten, teils ohne Erde in Gläser getan. Unter letzteren Umständen überlebten etwas mehr Puppen als in Erde.

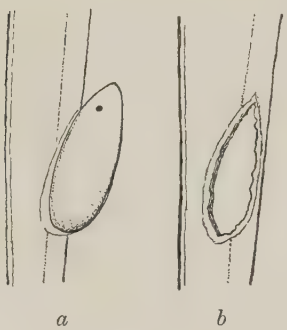


Abb. 3.
a Ei von *Lygaeonomatus wesmaeli* in Lärchennadel. *b* Die nach Entfernung des Eies zurückbleibende Tasche.

Auch diese Art legt ohne weiteres parthenogenetisch Eier ab, und beginnt damit, gepaart oder nicht gepaart, am ersten Tage. Sie kriecht dazu zwischen die Nadeln des Spitzentriebes und legt je ein Ei in eine junge Nadel, wobei sie ihren Kopf dem Innern des Triebes zuwendet und das Ei in die basale Hälfte der Nadel hineinschiebt. Der Vorgang dauert etwa 40 Sekunden, er entzieht sich zwischen den dichtgedrängten jungen Nadeln der Sicht.

Das in die basale Hälfte einer Nadel eingeschobene Ei befindet sich mit seinem weitaus größeren Teil außerhalb der Tasche, die die Wespe vorher in der Nadel hergestellt hat. Es ist 1 mm lang, oblong-oval, vorn etwas zugespitzt. Daselbst ist einige Tage nach der Eiablage das Auge des Embryos als schwarzer runder Punkt sichtbar. (Auf dieses Stadium bezieht sich die Beschreibung des Eies.) Die Farbe ist gelblich, die Oberfläche glänzend. Das Kopfende des Embryos ist nach der Spitze der Nadel zu gerichtet (Abb. 3a, b).

Für die Haltung der Imagines und die Aufzucht gilt das bei *L. laricis* Gesagte.

Tabelle XVIII.

Zahl der abgelegten Eier (im Labor).

Weibchenzahl	Beginn der Zucht	Eierzahl nach Absterben des ♀ festgestellt am	Gesamtzahl der abgelegten Eier	Durchschnittszahl
1	27. 5.	30. 5.	12	
1	28. 5.	1. 6.	13	
2	30. 5.	4. 6.	28	
1	31. 5.	4. 6.	8	13,8
1	1. 6.	5. 5.	14	
1	25. 6.	—	17	
1	25. 6.	—	17	
1	25. 6.	—	16	
9			125	

Tabelle XIX.

Zeit der Eiablage.

	1. ♀	2. ♀	3. ♀
1. Tag	9	10	8
2. Tag	6	7	8
3. Tag	2	—	—
4. Tag	—	—	—
5. Tag	+	+	+
	17	17	16

Lebensdauer: 12 ♀♀ lebten in Petrischalen höchstens 6, im Durchschnitt nur 4,08 Tage, von 6 ♂♂ lebte keines länger als 2, eines nur 1 Tag. Alle sind vorzeitig abgestorben. Dies geht aus der geringen Zahl der abgelegten Eier in Verbindung mit der großen Zahl der bei innerer Untersuchung in den abgestorbenen ♀♀ noch zu findenden Eier hervor. Es hatten im Ovarium:

♀	legereife Eier	halbentwickelte Eier	unentwickelte Eier
1.	7	8	40
2.	5	11	48
3.	6	10	42

Diese ♀♀ hatten also den größten Teil ihrer Eier nicht abgelegt, als sie eingingen. Andere, die überhaupt nicht abgelegt hatten und abgetötet wurden, enthielten:

	legereife Eier	halbentwickelte Eier	unentwickelte Eier	Gesamtzahl
♀ 1 am Tage des Ausschlüpfens	13	15	46	74
♀ 2 2 Tage nach dem Schlüpfen	18	12	54	84
♀ 3 2 Tage nach dem Schlüpfen	20	14	50	84

Die Gesamtzahl der Eier, die ein ♀ dieser Art hervorbringen kann, scheint demnach zwischen 70 und 90 zu liegen. Die Entwicklung im Ei dauerte im Zimmer etwa 7 Tage. Bei der Aufzucht der Larven wurden mit dieser Art keine großen Umstände gemacht; sie wurden einfach in Petrischalen gehalten, in denen der Lärchentrieb durch befeuchtetes Fließpapier frisch gehalten wurde. Es gelangten nur 9 Larven zur vollen Entwicklung, und dazu brauchten

2 Larven (vom 27. 5.—18. 6.) 22 Tage
7 Larven (vom 14. 6.— 4. 7.) 15 Tage.

Die erwachsene Larve hat die Farbe der Lärchennadeln, der Kopf aber ist fahlbraun; jedes Segment hat vom Rücken nach den Seiten zu 2 Reihen schwarzer Punkte (Dörnchen), die auf dem Thorax auch in der Rückenmitte nicht fehlen, auf dem Abdomen diese freilassen. Die Brustbeine sind fahlbraun wie der Kopf, die Afterfüße haben an der Basis 2 Reihen dunkler Dörnchen. Die Stigmen heben sich als kleine braune Punkte ab. Die Bauchfüße sind dünn, stiftförmig. Das letzte Freßstadium ist 1,6 mm lang. Das Einspinnstadium ist erheblich kürzer, im übrigen unverändert.

An Lärchen bei Rostock gesammelte Larven wurden an eingetopfte Lärchen, an deren Fuß sich Moos befand, gesetzt. Es krochen dann Ende Juli 27 zum Einspinnen in die Erde des Topfes, 18 unter das Moos. Der Kokon ist 0,5—0,7 cm lang, 0,25—0,3 cm breit, goldbraun mit gröberem weißen Gespinst überzogen. Eine 2. Generation trat nicht auf, auch dann nicht, wenn die frischen Kokons in 27° gebracht wurden.

An Parasiten erhielt ich aus den Kokons nur zwei Tachinen der Spezies *Ptychomyia selecta* Meig.

Während die beiden *Lygaeonematus*-Arten an allen drei Stellen, wo ich Lärchenblattwespen sammelte, vertreten waren — in Neu-Sammit und in zwei Wäldern bei Rostock —, traf ich zwei weitere Arten nur bei Rostock an, und nur in wenigen Exemplaren. Zuerst klopfte ich am 26. August 1933 einige Stücke von Lärchen im Totenwinkeler Wald ab. Sie vollendeten in der Gefangenschaft ihre Entwicklung nicht. Auch 1934 erhielt ich sie beim Abklopfen erst am 20. Juli, später nicht mehr. Sie gingen im August zum Einspinnen in die Erde. Ihre Artzugehörigkeit wird nur dann festgestellt werden können, wenn es gelingt, die Kokons lebend zu überwintern und die Imagines daraus in der Vegetationsperiode 1935 zu erhalten.

8. Platycampus duplex Lep.

Als seltenen Fund klopft man von Lärchen bei Rostock einzelne Larven von *Platycampus duplex* (Abb. 12). Auch bei Neu-Sammit kamen sie im Mai 1933 vor; bei Rostock wurden sie gefunden am 2. Juli und am 21. September. Im Jahre 1934 war die Art etwas häufiger, wurde

Anfang August im Barnstorfer Wald in etwa 10 Stück abgeklopft, die noch klein waren. Später wurden keine mehr gefunden.

Die erwachsene (fressende) Larve ist 16 mm lang, fahl (graugelb) gefärbt mit einer komplizierten Zeichnung aus mittelbraunen und schwarzbrauen Elementen sowie Querreihen runder weißlicher Punkte.

Die braunen Zeichnungselemente bilden zwei unterbrochene dunkle Längslinien, die das Rückengefäß einfassen, und zwei unregelmäßige dunkle Seitenlinien, dazu mittelbraune Querverbindungen, die die Querreihen weißlicher Punkte einfassen. Auch die Seitenlinien fassen helle Zeichnungen ein. Der Kopf ist größtenteils glänzend braunschwarz mit heller Mittelnaht und feinen hellen Punkten, der Vorderkopf fahl mit einem braunen Querfleck. Die Brustbeine tragen je ein schräges braunes Band. Die Unterseite mit den 7 Paar Afterfüßen an den ersten 7 Abdominalsegmenten ist weißlich, der Nachschieber nur schwach entwickelt. Die Thoraxsegmente sind verdickt.

Das Einspinnstadium ist etwa 12 mm lang, ebenso gezeichnet wie das vorhergehende, aber im ganzen viel heller. Junge Larven dieser Art sind von mehr grünlicher Grundfarbe; die Mittellinie des Rückens ist von einem Paar brauner Streifen eingefaßt; außerdem befindet sich ein solcher Streifen an der Seite; der Kopf ist mit Ausnahme der Augen und der Kiefer einfarbig hellbraun. Die Verpuppung erfolgt in der Erde. Der eiförmige Kokon hat die Maße Länge 6—8,5, Breite 3—4 mm, er besteht aus einem fahlbraunen, lockeren wolligen Gespinst, an dem Erdteilchen haften. Aus um Ende September, Anfang Oktober 1933 eingesponnenen Larven schlüpften am 26. 5. 1934 1 ♂, am 28. 5. 2 ♀. Züchtungsversuche mit diesem allzu kleinen Material unterblieben.

C. Blattwespen an Erlen (Alnus glutinosa und incana).

9. Platycampus luridiventris Fall.

Unter den mitteleuropäischen Blattwespenlarven nimmt die von *P. luridiventris* wegen ihrer eigenartigen Gestalt eine besondere Stellung ein. Lang eiförmig im Umriß, viel breiter als alle anderen, dabei mit Ausnahme der Mittellinie des Rückens flach, drückt sie sich mit ihrer Unterseite eng derjenigen des Erlenblattes an und fällt wegen ihrer blaßgrünen Farbe, die mit der des Blattes übereinstimmt, wenig auf. (Abb. 4.)

Abb. 4.
Platycampus luridiventris, Larven auf dem Erlenblatt.

Die ersten Larven wurden am 7. Oktober 1933 im Wald von Fahrenholz bei Rostock durch Zufall gefunden, noch später im Wald bei Toitenwinkel weitere. Im nächsten Jahre wurde schon im Frühling gesucht, aber erfolglos; die erste (kleine) Larve wurde gefunden am 18. Juli. Später konnten die Larven zu Hunderten erbeutet werden bei Warnemünde

in einem schmalen Waldstreifen längs der See am 9. September und im Hütter Wohld an feuchter Stelle mitten im Wald am 14. September. Alle Fundorte waren schattig; die Larven sitzen am Gebüsch und auch in der Krone mehrere Meter hoher Bäume, die meisten aber an in Brusthöhe befindlichen Zweigen, und zwar von *Alnus glutinosa* und *incana*.

Die erste Beschreibung und Abbildung findet man bei Réaumur (1740) in Mém. p. s. à l' hist. d. Ins. Bd. 5, p. 97. Die Larve, „fausse chenille cloporte" (asselförmige Afterraupe) genannt, wird ihres verbreiterten Körpers wegen erwähnt; Réaumur nennt ihn „abgeplattet", was für die Unterseite zutrifft; die dazu gehörige Imago kannte er nicht, auch Degeer, der die Larve ebenfalls beschrieben hat. gelang die Zucht nicht. Bouché (1846) hat dann die Imago gezüchtet und darüber in der Stett. Ent. Ztg. Jahrg. 7,

Abb. 5.
Platycampus luridiventris,
Larve von oben gesehen.
Vergr. 8.

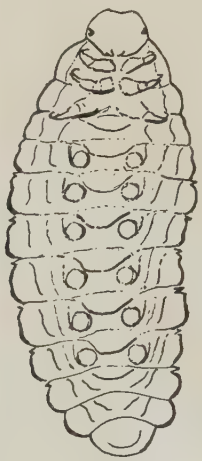


Abb. 6.
Platycampus luridiventris,
Larve von unten gesehen.
Vergr. 8.

Abb. 7.
Halbseitliche Ansicht von Kopf- und Thoraxregion der *Platycampus luridiventris*-Larve.

berichtet. Er nennt sie „Nematus hypogastricus Klug". Seine Imagines sind im Mai geschlüpft (wie auch die einzige Imago, die wir 1934 erzielten). Brischke (1855) hat sie als „*Nematinus alnivorus*" gezüchtet, beschrieben und abgebildet. Das Schlüpfen erfolgte bei ihm im April und Mai. Die Larve ist immer nur von August an gefunden worden und bis in den Oktober hinein; es gibt offenbar nur eine Generation, Ferner hat Kaltenbach (1874) die Wespe gezüchtet und erwähnt sie als *N. (Leptopus) hypogastricus* in seinem Buch über die „Pflanzenfeinde".

Beschreibung der Larve (Abb. 5, 6): Asselförmig, in der Rückenmitte gerundet erhaben, dann nach den Seiten zu abfallend; diese sind in jedem Segment mit einer flach ausgebreiteten Verbreiterung versehen, deren Gestalt segmentweise etwas verschieden ist. Die der Vorder- und Mittelbrust scheinen zu einem Stück vereinigt zu sein und sind einfach nach vorn zu verengt, die der Hinterbrust sind etwas stärker gerundet, wogegen der Rand jedes Seitenteils der Abdominalsegmente mit einer kleinen Ausbuchtung versehen ist und eine aus einem spitzen Lappen bestehende Vorderecke hat. Der Seitenrand jedes Segmentes trägt 7—8 borstenförmige Fortsätze, wozu der Lappen an der Vorderecke hinzukommt. Das 8. Segment ist elliptisch geformt, nach Art eines Telsons.

Die Farbe ist blaßgrün mit Ausnahme des rostbraunen Kopfes. Die Oberseite ist mit schwarzen Flecken versehen, meistens zwei auf jeder Pleura, oft auch zwei auf der Mitte des Pronotums. Diese Fleckenzeichnung ist veränderlich, so auch die Größe der einzelnen Flecken. Das vorletzte Abdominalsegment ist ungefleckt. Das ausgestreckte Tier wird etwa 12,5 mm lang, 4 mm an der Hinterbrust breit.

Die Unterseite ist abgeplattet; das 2. bis 7. Segment sind mit Afterfüßen versehen, die einfachen, glatten walzenförmigen Vorsprünge sind ohne Haken- oder Borstenkranz. Auch der Nachschieber besteht aus einem Paar solcher Fortsätze, die näher zusammenliegen als die anderen. Die kurzen Brustbeine (Ab. 7) sind von oben nicht sichtbar; sie sind nicht anders beschaffen als die anderer Blattwespenlarven: viergliedrig; das 1. Glied ist, wie allgemein bei Tenthredinidenlarven, schräg geteilt.[1]) Das 2. Glied fällt distal schräg nach hinten ab, so daß das 3. Glied keine geradlinige Fortsetzung davon bildet. Es ist mit einer großen Warze versehen, die plastisch ist und zum Haften dient. Am 4. Glied ist der klauentragende Teil ziemlich deutlich abgesetzt, so daß er vielleicht für ein weiteres Glied angesehen werden könnte. Die Klaue ist stark, spitz, einwärts gekrümmt, ein starkes Klammerorgan, wie wir sehen werden. Ein der Haftwarze des 4. Gliedes entsprechender Vorsprung kommt auch bei anderen Tenthredinidenlarven, z. B. bei *Lophyrus*, vor; ob er immer, wie bei unserer Larve, zum Haften dient, muß hier dahingestellt bleiben.

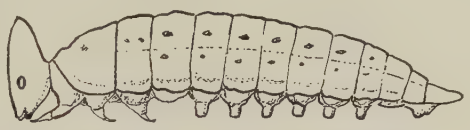


Abb. 8. *Platycampus luridiventris*-Larve in Bewegung, von der Seite gesehen. Vergr. 8.

Sehr eigentümlich sind Haltung und Form des Kopfes, wie sie aus den Abb. 7—9 ersichtlich sind. In der Fortbewegung oder beim Fressen ist der Kopf angehoben; er hat im Profil eine etwa dreieckige, nach oben spitz zulaufende Form. In der Ruhe (Abb. 9) ist er in das Rückenschild eingezogen und liegt mit dem Gesicht flach auf dem Blatt wie der übrige Körper. Das Gesicht ist dementspsechend eine ebene Fläche mit einigen flachen Vertiefungen und oben durch eine ziemlich scharfe Kante begrenzt, die an den beiden Ecken je einen winzigen Höcker trägt. Die Fühler sind noch stärker rudimentär als bei anderen Larven dieser Gruppe, siehe Abb. 10. Das Rudiment besteht aus einer ovalen Platte, in der, zum Teil zu Gruppen vereinigt, Sinneshaare liegen. Nach hinten fällt der Hinterkopf als eine ebenfalls abgeschrägte Fläche ab. Da die Larve sich dem Blatt eng anpreßt, so muß der Kopf, insbesondere zum Fressen, eine gewisse Freiheit der Bewegung haben, vor allem etwas

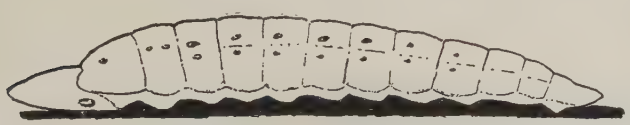


Abb. 9. *Platycampus luridiventris*-Larve in Ruhestellung auf dem Erlenblatt. Vergr. 10.

[1]) Ich habe Bedenken gegen die Auffassung dieser schräg geteilten Basis als eines einzigen Gliedes und habe Herrn Prof. Dr. H. Weber in Danzig um eine Äußerung dazu gebeten; er mißt der schrägen Teilung keine große Bedeutung bei, konnte aber auch kein endgültiges Urteil abgeben, weil dazu die Verteilung der Muskeln untersucht werden müßte. Vgl. auch Middleton (16).

nach hinten übergelegt werden können, wozu seine Form die Möglichkeit gibt. Bei der Fortbewegung ist der Kopf aufgerichtet und der ganze Körper hebt sich etwas von dem Blatt ab. In der Ruhestellung rückt er größtenteils unter das 1. Brustschild. Die Beschaffenheit der Mundteile zeigt Abb. 11. Auch Brischke hat sie schon 1855 in einer den damaligen optischen Hilfsmitteln entsprechender Weise abgebildet. Von einer Bezeichnung der Einzelteile der Maxillen habe ich abgesehen, weil sie auf der Hand liegt. Dagegen waren die Einzelheiten des labialen Teils recht schwer erkennbar, und von den Bezeichnungen, die ihnen in der Figur gegeben sind, sind h (Hypopharynx) und g (Glossa) provisorisch, solange keine gründliche vergleichende morphologische Untersuchung der Blattwespenlarven vorliegt.

Abb. 10. Antennen-Rudiment der Larve von *Platycampus luridiventris*. Vergr. 380.

Die Larve ist nur in der Ruhe völlig asselförmig; bei der Fortbewegung verlängert sie sich und nimmt dann mehr Wurmform an. Das Einspinnstadium ist gelbgrün, sonst unverändert.

Die Larven von 1933 erhielten Gelegenheit, in Erde in einem Glasgefäß zu kriechen und sich darin einzuspinnen; das Glas wurde in einem

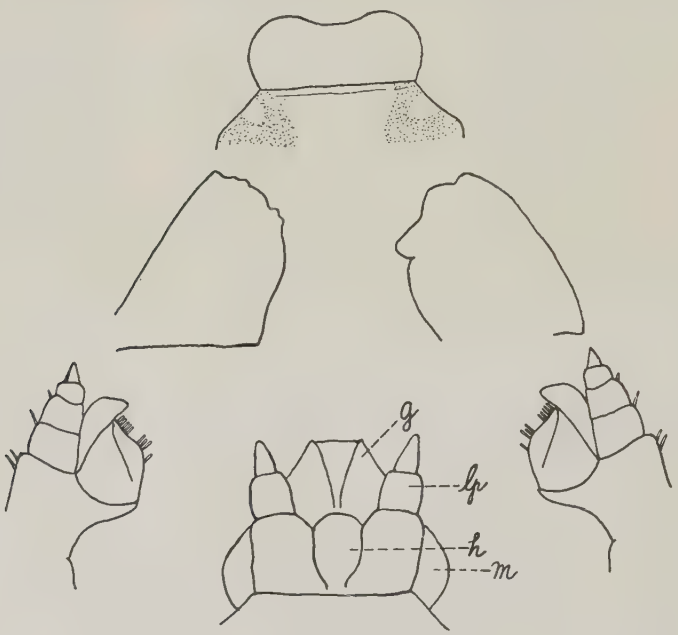


Abb. 11. *Platycampus luridiventris*, Larve, Mundteile. Vergr. 80. *g* = Glossa, *lp* = Labialpalpus, *h* = Hypopharynx, *m* = Mentum.

ungeheizten Zimmer aufbewahrt. Nur 1 Stück schlüpfte am 15. Mai. Von den 1934 gesammelten Larven spann sich die erste am 21. September ein, die anderen im Laufe des Oktober. In ihrem Kokon überwinternd,

wurden dann die Larven, wie es Bouché empfahl, mit dem Glas im Freien eingegraben.

Der Kokon ist lang eiförmig, Länge 8, Breite 3 mm, glänzend hellbraun. Die feste hellbraune Hülle ist von einem losen, lockeren Gespinst aus zum Teil dunklen Fäden umgeben.

Aus den vorliegenden phänologischen Daten scheint hervorzugehen, daß es nur 1 Generation gibt, daß die Imagines im Mai oder vom Mai an ausschlüpfen und daß die Entwicklung der Eier und Larven sehr lange Zeit beansprucht, indem die Larve meist erst spät im Oktober zum Einspinnen kommt.

Es soll hier untersucht werden, welches die funktionelle Bedeutung der merkwürdigen Körperform dieser Larve ist. Wir haben zunächst die Tatsache zu verzeichnen, daß innerhalb der Gattung *Platycampus* zwei ganz verschiedene Larvenformen vorkommen, deren eine, die oben beschriebene von *P. duplex*, von gewöhnlicher walzenförmiger Gestalt ist. Kein Zweifel kann bestehen, daß die verbreiterte, unten und seitlich flache Gestalt von *Luridiventris* eine Anpassung an besondere Lebensumstände ist. Für die *Duplex*-Larve wäre eine solche Gestalt unmöglich. Sie setzt ihre Afterfüße, die glatte Wülste ohne Hakenkranz oder dgl. sind, der Lärchennadel an und haftet daran durch Saugwirkung, wie andere Larven ihrer Gruppe, wobei zugleich die Brustbeine die Nadel umklammern; ebenso umklammert das fußlose Hinterende die Nadel und gibt der Larve einen stärkeren Halt. Dieser Halt ist aber nicht so fest, daß er einer starken Erschütterung des Zweiges standhielte. Deshalb kann man diese und alle anderen Afterraupen abklopfen. Nicht so die *Luridiventris*-Larve! Sie haftet wenigstens tagsüber, bei der normalen Temperatur eines frühherbstlichen Tages, so fest an der Unterseite ihres Blattes, daß man sie nicht abklopfen kann. Versucht man, die Larve mit einer Pinzette vom Blatt abzuheben, so konstatiert man, daß sie mit ihren Klauen in das Blatt eingekrallt ist und sich nur mit Gewalt abheben läßt, nicht selten findet man im Klauenwinkel dann noch losgerissene Blattmasse. Läßt man die Larve auf einer Glasscheibe kriechen, so sieht man, daß dabei die Afterfüße, der Nachschieber und die Haftwarzen der Brustbeine sich abplatten und dem Substrat angedrückt sind.

An diesen Stellen findet in der Ruhe unzweifelhaft eine Haftwirkung statt. Aber alle diese Haftorgane sind, höchstens vielleicht mit Ausnahme der Haftwarzen, auch bei anderen Blattwespenlarven vorhanden, die dennoch bei weitem nicht so fest haften. Wäre die Unterseite eine einzige glatte Fläche wie bei den asselförmigen Schmetterlingsraupen *Cochlidion limacodes* und *Heterogenea asella* (die noch viel fester haften), so könnte man sich die starke Haftwirkung leicht erklären. Aber diese Fläche ist bei unserer Larve zwar flacher als bei ihren Verwandten, aber uneben. Außer den genannten Teilen werden auch die verbreiterten Seitenstücke der Blattunterseite fest angepreßt und dadurch die Haftwirkung verstärkt,

wobei noch die Möglichkeit bleibt, daß die dem Blatt ebenfalls anliegenden Haare der Seitenstücke Drüsenhaare sind, die Klebwirkung erzeugen. Die Untersuchung dieser Haare gelang wegen mangelhafter Fixierung nicht.

Bei 4—5° im Thermostat, nachdem die Temperatur darin bis auf 0—2° herabgegangen war, gelang es wiederholt, 2 von 10 Larven herabzuklopfen. Schütteln der Zweige genügte dazu nicht. Leider gestattete die vorgerückte Jahreszeit keine experimentellen Vergleiche mit dem Verhalten anderer Larven bei Kälte, da die Larven zum Einspinnen übergingen. Es ist aber bemerkenswert, daß die drei asselförmigen Raupen, die von *P. luridiventris* und *Cochlidion* und *Heterogenea*, zu Arten gehören, die noch im Oktober, der Herbstkälte ausgesetzt, fressen, ihre Entwicklung also nur mit Mühe noch eben rechtzeitig vor Eintritt des Winters vollenden. Stellt man sich vor, daß diese Larven bei eintretender Kälte leicht abfallen würden, so ginge damit unersetzliche Zeit für die Entwicklung verloren, wenn es überhaupt dann gelänge, den Erlenzweig wieder zu erreichen. Aber um die ökologische Bedeutung der asselförmigen Gestalt für diese herbstlichen Raupen einwandfrei zu erklären, reichte leider die Zeit 1934 nicht mehr aus. Man müßte dazu einmal das Verhalten aller späten Raupen, die an Bäumen vorkommen, im Zusammenhang untersuchen.

Für diese wie für viele andere Afterraupen und Raupen kann die Frage gestellt werden: Warum sitzt die Larve immer an der Unterseite und warum strebt sie immer dahin zurück? Und wie orientiert sie sich dabei?

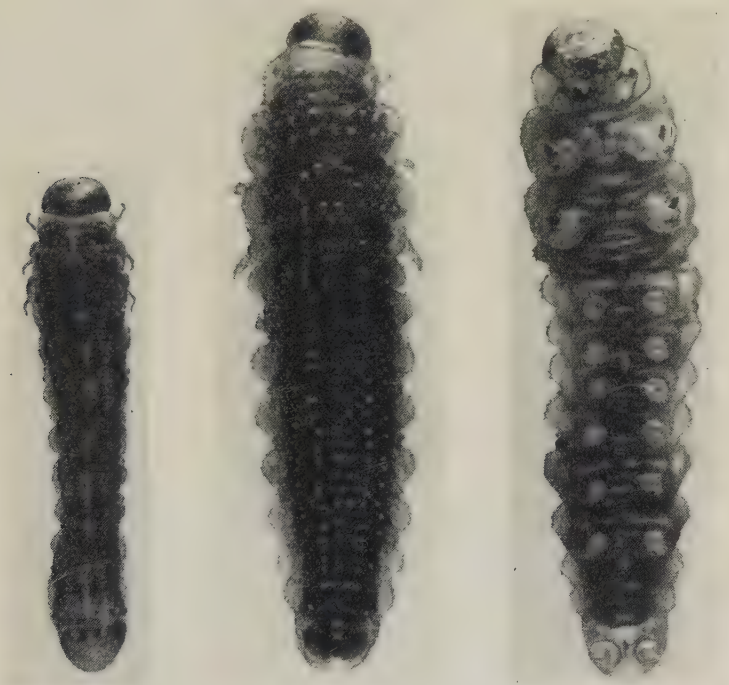
Vergleicht man Oberseite und Unterseite eines Blattes von *Alnus glutinosa*, so ist die Oberseite zwischen den Nerven konvex, die Unterseite konkav. In die Konkavität schmiegt sich die Larve hinein. Ferner ist die feine Blattnervatur auf der Oberseite eingedrückt, auf der Unterseite erhaben. Diese Rauhigkeit der Unterseite begünstigt das Haften mit den Klauen. Der ökologische Vorteil des Sitzens unter dem Blatt gegenüber Feinden ist handgreiflich. Um festzustellen, wie sich die Larve am Blatt orientiert, wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, die wegen der vorgeschrittenen Jahreszeit leider nicht ganz zu Ende geführt werden konnten. Zusammenfassend ist darüber folgendes zu sagen:

Direktes Sonnenlicht wird gemieden; Raupen, die in Ruhestellung auf der Blattunterseite saßen und plötzlich der Sonne ausgesetzt wurden, krochen bald darauf umher, um einen anderen Platz aufzusuchen. Bei der Orientierung der Larve spielt die Hauptrolle der Berührungsreiz der Blattunterseite, hinzu kommt das Schattenbedürfnis. Von 30 Larven, die auf die Oberseite der Blätter einer eingetopften Erlenpflanze aufgesetzt wurden, saßen bei Oberlicht bereits nach 2 Stunden 28 auf der beschatteten Unterseite; im Dunkeln suchte ebenfalls die Mehrzahl die Unterseite auf, nach wenigen Stunden, 22, nach 24 Stunden 26. — Raupen, die normal auf der Unterseite gesessen hatten, blieben auch in der Mehrzahl dort sitzen, wenn die ganze

Pflanze umgekehrt wurde; im Hellen (Oberlicht) saßen dann 70—85 % auf der belichteten Unterseite, im Dunkeln 90 % auf der nach oben gekehrten Unterseite. Diese Zahlen änderten sich auch in den folgenden Tagen nicht. Die Schwerkraft spielt bei der Orientierung offensichtlich keine Rolle, da die Raupen besonders im Dunkeln fast alle auf der nach oben gerichteten Unterseite blieben.

10. Nematinus fuscipennis Lep. und luteus Panz.

Diese beiden auf Erlen häufigen Arten interessieren hier, weil ihre an der Unterseite der Blätter fressenden Larven noch im Herbst zu finden sind und eine von den anderen Blattwespenlarven abweichende Form haben.



a *b* *c*

Abb. 12. a *Platycampus daplex*, Larve. Vergr. 8. b *Nematinus luteus*, Larve von oben gesehen. Vergr. 3. c *Nematinus luteus*, Larve von unten gesehen. Vergr. 8.

Noch gegen Ende September wurden sie bei Rostock reichlich in zweiter Generation gefunden, und viele Larven dieser Art verpuppen sich erst im Laufe des Oktober. Die besondere Form (Abb. 12b, c) besteht darin, daß die Seitenteile verbreitert und vorgezogen sind, jedoch bei weitem nicht in dem Maße wie bei *P. luridiventris*; sie sind nicht wie bei jener plattenförmig, sondern nur spitzkantig; die Kante ist auch bei dieser Art mit Borsten besetzt. Während also *Luridiventris* Seitenplatten hat, besitzen

die *Nematinus* Seitenwülste. Auch sonst sind die Larven einander sehr unähnlich, indem *Nematinus* eine viel länglichere Gestalt hat als *Luridiventris*. Trotz dieser Unähnlichkeit stellt die *Nematinus*-Larve eine Zwischenform vor, die die gewöhnliche Larvenform (Abb. 12a) mit der asselförmigen von *Luridiventris* verbindet.

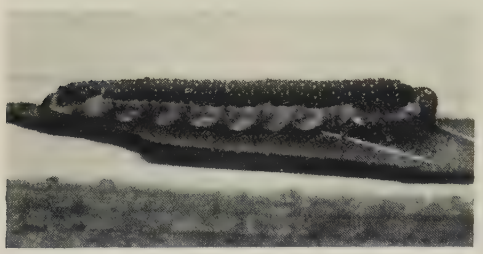


Abb. 13. *Nematinus luteus*, Larve auf dem Erlenblatt. Vergr. 3,5.

Auch darin stimmen diese beiden Larvenformen überein; daß die verbreiteten Seitenteile von *Nematinus* dem Blatt in der Ruhe fest angepreßt sind (Abb. 13) und somit das Haften daran unterstützen. Von den Afterfüßen, die bei anderen Larven, wenn man sie seitlich betrachtet, auch in der Ruhe sichtbar sind, ist hier nichts zu sehen, so wenig wie bei *Luridiventris*. Aber die *Nematinus*-Larven haften bei weitem nicht so fest wie die asselförmige Raupe; man kann sie durch Abklopfen zu jeder Tageszeit sammeln. Ihre Klauen sind ausgesprochene Klammerorgane. Die eingekrümmte, an der Basis zahnförmig vorspringende Klaue wird fest in das Blatt eingeschlagen oder hinter einer Blattrippe verankert, und unterstützt

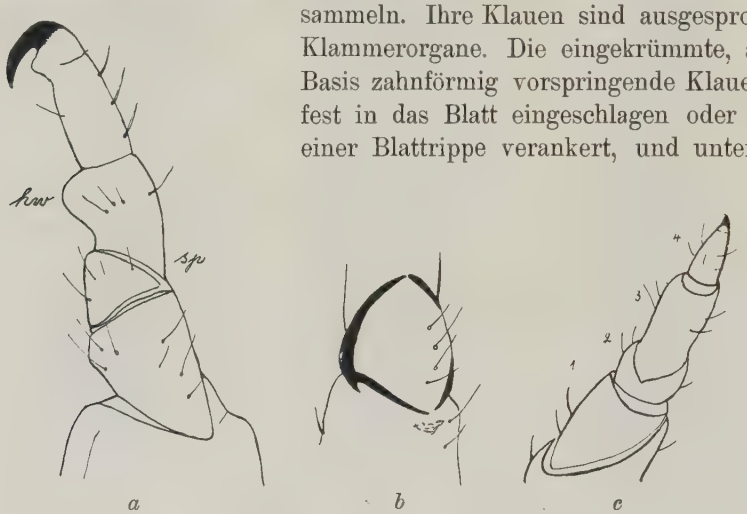


Abb. 14. *Nematinus luteus*, Larve. *a* Brustbein von der Seite gesehen. Vergr. 65. *Sp* = Chitinspange. *hw* = Haftwülste. *b* von oben. Vergr. 45. *c* Chitinspange im 2. Glied. Vergr. 130.

offenbar das Haften sehr. Dieses wird weiter verstärkt durch Haftwülste, die sich an der Unterseite des 4. Brustbeingliedes befinden und wie die Afterfüße saugend wirken. Diese Verhältnisse wurden festgestellt, indem das Blatt mit der Raupe schnell in Chloräthyl getaucht wurde. Die Raupe fand dann zwar noch Zeit, sich hochzukrümmen, aber die Krallen blieben verankert und mußten losgerissen werden. Das Aufsetzen der Haftwülste konnte beim Kriechen der Raupe auf einer Glasscheibe beobachtet werden.

Die Beschaffenheit der Brustbeine ist in Abb. 14 dargestellt. Die Hüfte ist auch hier schräg geteilt, und besonders Abb. 14a legt den Gedanken nahe, das Bein als 5gliedrig anzusehen. Es bedürfte dazu aber einer vergleichend morphologischen Untersuchung vieler Arten der Gruppe, eine Aufgabe, die ich mir nicht gestellt hatte. Die Abb. 14c zeigt eine Chitinspange, welche das zweite Glied an seinen Grenzen verstärkt.

II. Einige anatomische Feststellungen.

A. Ausstoßung der peritrophischen Membran bei Lophyrus-Arten.

In dem letzten, kurzen Stadium vor dem Einspinnen, in dem die *Lophyrus*-Larve nicht mehr frißt, stößt sie 4—6 Stunden nach der Häutung

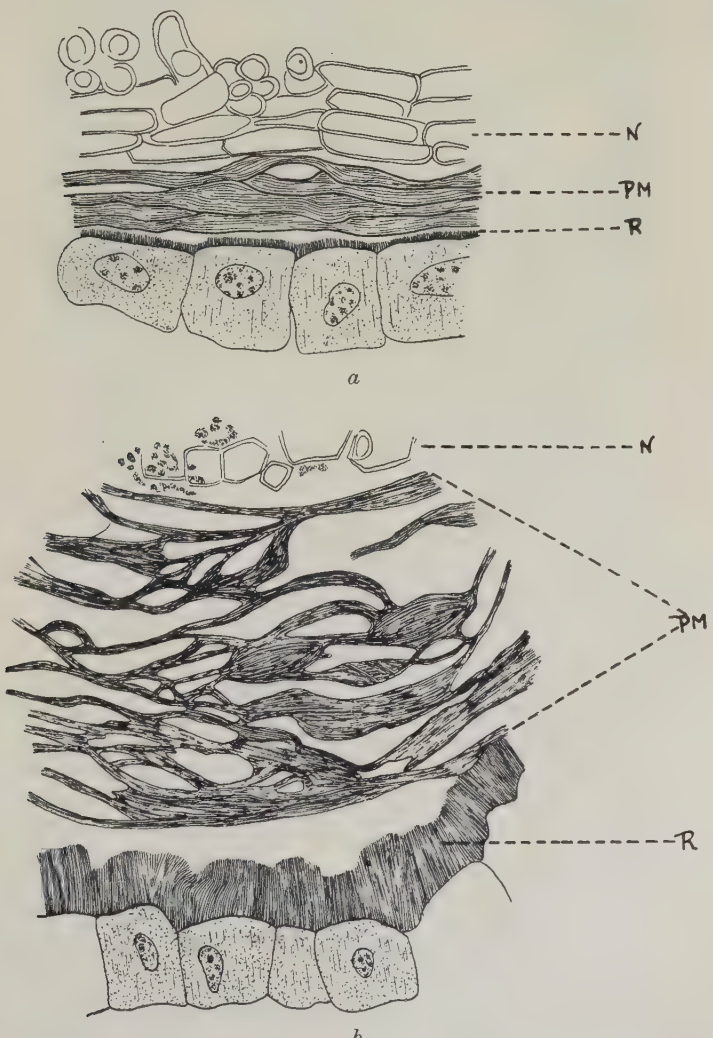


Abb. 15. *a: Lophyrus frutetorum*, 4. Stadium, peritrophische Membran, bevor die Larve aufgehört hat zu fressen. Vergr. 380. *b:* PM, fünf Stunden nach der Einstellung des Fressens im 4. Stadium. Vergr. 380. *N* = Nahrung. *PM* = Peritrophische Membran. *R* = Rhabdorium.

— die Zeit wurde nur bei *L. frutetorum* festgestellt — aus dem After außer einer geringen Flüssigkeitsmenge eine wurstförmige Masse aus, die bei *Frutetorum* und *Virens* weiß ist, bei *Nemoralis* schwarz. Um die Herkunft dieser Masse festzustellen, habe ich Larven verschiedenen Alters (mit je 2 Stunden Unterschied) nach Bouin fixiert und die Schnitte mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt. Die Präparate waren zum Teil von

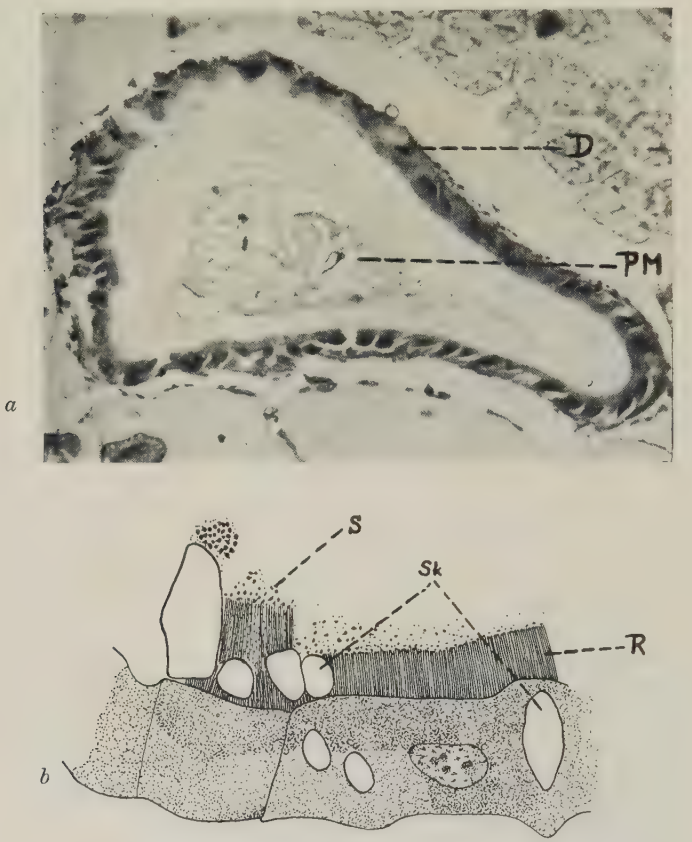


Abb. 16. *a Lophyrus frutetorum*, peritrophische Membran der Larve des 4. Stadiums, unmittelbar vor der 4. Häutung. Vergr. 60. *b* Mitteldarmzellen derselben. Vergr. 1000. *S* = Sekret. *Sk* = Sekretkugel. *R* = Rhabdorium.

noch fressenden Larven genommen und so fort bis zum Einspinnen. Dadurch stellte ich fest, daß jene Ausscheidung eine peritrophische Membran ist. Vorhanden ist diese nur im Mittel- und Enddarm, der kurze Vorderdarm hat nur die feine Intima mit kleinen Dornen.

Die peritrophische Membran ist während der fressenden Stadien weniger dick als später und liegt den Darmepithelzellen ziemlich dicht an (Abb. 15a). Sie umschließt den zelligen Nahrungsinhalt des Darms. Etwa 21—26 Stunden vor der Häutung (bei *Frutetorum*) frißt die

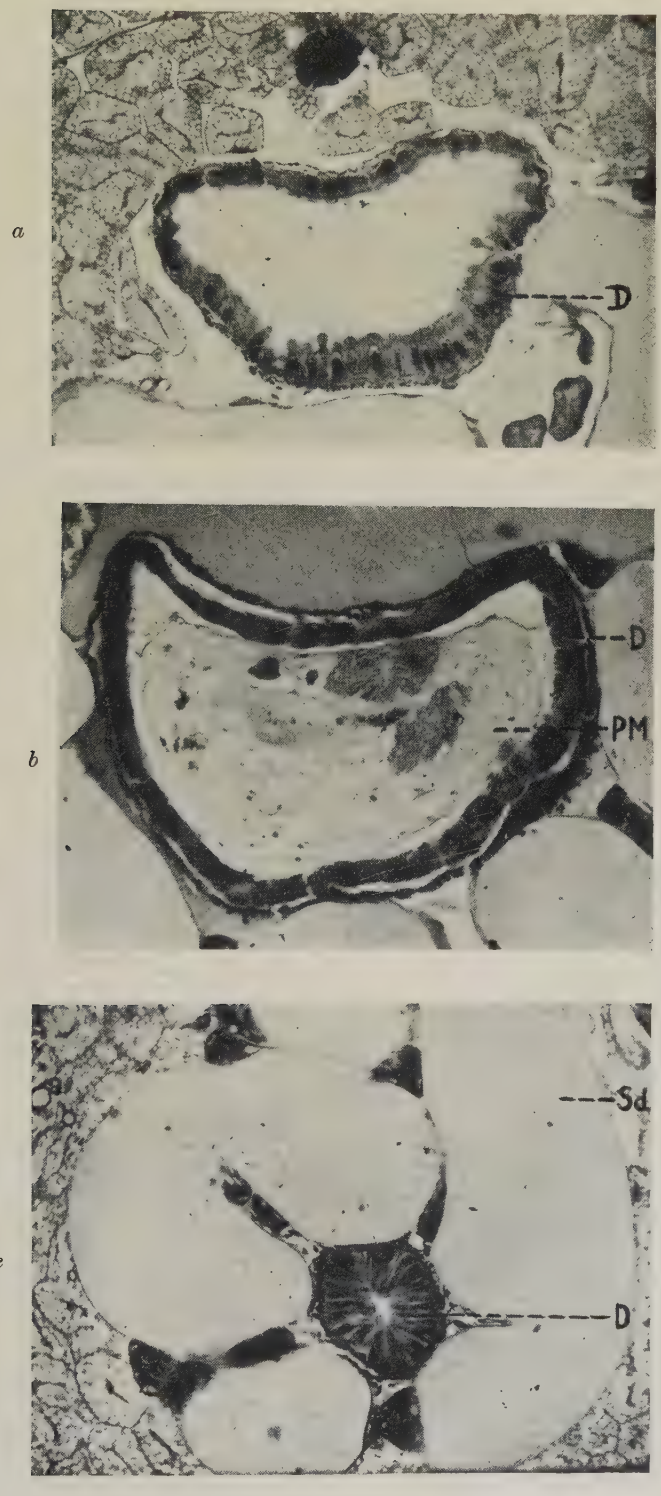


Abb. 17. *a* Vorderer Teil des Mitteldarms nach der vierten und letzten Häutung der Larve. Vergr. 60. *b* Endteil des Mitteldarms derselben. Vergr. 60. *c* Darm der Larve nach Ausstoßung der peritrophischen Membran im 5. Stadium. Vergr. 100. *Sd* = Spinndrüse.

Larve schon nicht mehr. Nachdem eine solche Larve seit 5 Stunden das Fressen eingestellt hatte, wurde sie fixiert, und die Untersuchung zeigte, daß die peritrophische Membran sich sehr bedeutend verdickt hatte (Abb. 15 b), und gleichzeitig die Schichten auseinandergezogen waren, so daß dazwischen breite Lücken bestanden. Unmittelbar vor der Häutung entfernt sich die peritrophische Membran von den Darmzellen (Abb. 16 a). Während dieser Zeit sezernieren die Darmzellen stark, wie man aus Abb. 16 b ersieht, aber ich konnte nicht feststellen, ob das Sekret die Membran vergrößert oder ob dadurch die Ausscheidung der Membran erleichtert wird nach Art der Exuvialflüssigkeit der Versonschen Drüsen bei der Häutung. Nach der Häutung unserer Larve rückt die peritrophische Membran allmählich nach hinten. Abb. 17 a, die einen vorderen Teil des Mitteldarms darstellt, zeigt dementsprechend nichts mehr von der peritrophischen Membran, dagegen füllt sie in Abb. 17 b, von einem Endteil des Mitteldarms, das ganze Lumen aus. Nach der Ausscheidung der peritrophischen Membran durch den After ist der Darm sehr klein geworden und von der enorm vergrößerten Spinndrüse umgeben (Abb. 17 c). Die ausgeschiedene Membran ist unlöslich in kochender Kalilauge, löst sich dagegen in konzentrierter Schwefelsäure. Nach Zusatz von einem Tropfen α-Naphthol in 50% Alkohol zur schwefelsauren Lösung tritt Violettfärbung auf, nach Zusatz eines Tropfens β-Naphthol in 50% Alkohol Gelbfärbung. Nach gründlicher Behandlung mit Diaphanol trat aber bei Zusatz von Chlorzinkjod und anschließendem Abspülen mit Wasser eine Braunfärbung und nicht die für Chitin charakteristische Rotviolettfärbung auf, die an einem Stück der Cuticula deutlich erschien. Auch nach Behandlung mit Jod und verdünnter Schwefelsäure war lediglich Braunfärbung die Folge. Die peritrophische Membran dieser Blattwespen besteht also aus einem Stoff, der dem Chitin in seinen Reaktionen sehr ähnlich, aber wohl nicht damit identisch ist.

B. Die Wachsdrüsen der *Eriocampa ovata*-Larve.

Manche Blattwespenlarven sind ganz oder teilweise mit einer Wachsschicht überzogen, z. B. besitzt *Lophyrus virens* im 4. Larvenstadium einen weißen Seitenstreifen, der aus Wachs besteht, und *L. nemoralis* erscheint als Spinnlarve bläulich, weil über ihrer unbestimmt grünlichen Grundfarbe eine dünne, durchsichtige Wachsschicht liegt, die die ganze Haut bläulich erscheinen läßt. Zuweilen wird das Wachs stärker ausgeschwitzt und tritt als weißliche Bereifung auf. Dick weiß bereift am ganzen Körper, wie beschneit, ist die Larve der *Eriocampa ovata*. Bei dieser wurde die Herkunft des Wachses untersucht, da über die Wachsdrüsen bei Blattwespen noch nichts bekannt ist.

Fixiert wurde nach Helly, Carnoy, Bouin, San Felice, Bensley, Zenker und mit Sublimatalkohol, gefärbt mit Hämotoxylin und Eosin, nach Kardos-Pappenheim und nach Kull. Die besten Bilder lieferte das nach Helly fixierte und

nach Kardos-Pappenheim gefärbte Material. Für den Nachweis, daß das Sekret Wachs ist, habe ich mit Formol fixiert und mit Sudan III gefärbt, wobei sich sehr klare Bilder ergaben.

Es zeigte sich, daß bei *Eriocampa* das ganze Hauptepithel Wachs ausscheidet. Die Zellen der Haut sind nicht differenziert, sondern jede von ihnen hat neben den normalen Funktionen der Haut auch die Auf-

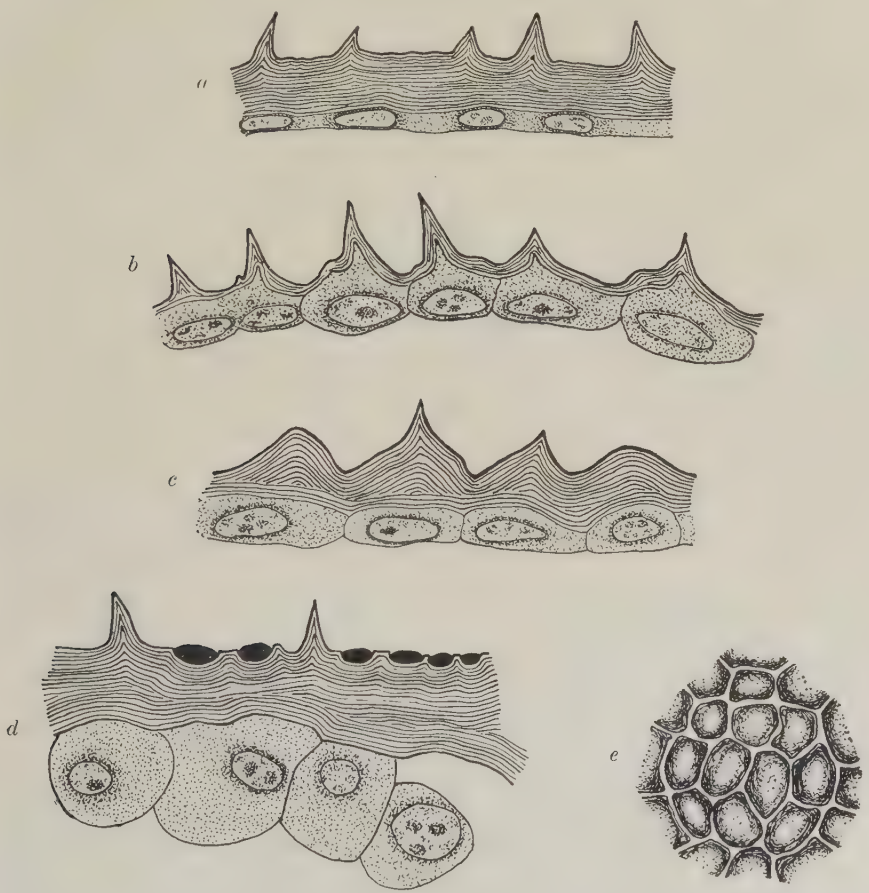


Abb. 18. *a Lophyrus frutetorum,* Larve, Epithel. Färbung nach Kardos-Pappenheim. Vergr. 1000. *b—e Eriocampa ovata,* Larve. *b* Epithelzellen kurz nach einer Häutung. Färbung wie *a*. Vergr. 1000. *c* Dasselbe später. Färbung wie *a*. Vergr. 1000. *d* Epithelzellen in voller Sekretion. Sudan III. Vergr. 1800. *e* Vertiefungen in der Cuticula mit Wachs ausgefüllt. Draufsicht. Sudan III. Vergr. 1800.

gabe der Wachserzeugung. Dementsprechend sind alle Hautzellen hier viel größer als bei *Lophyrus* (siehe Abb. 18a). Es gibt keine Ausführgänge, auch keine Poren, und die Cuticula ist nirgends stark verdünnt; sie ist sehr faltig. Mit kleinen spitzen Emergenzen (Spinulae) wechseln Partien ab, deren Oberfläche leichte Vertiefungen aufweist; in diesen sammelt sich das durch die Cuticula diffundierte Wachs. Untersucht man kurz nach der Häutung, so sieht man (Abb. 18b) nur eine dünne Cuticula;

die Basis der Spinulae ist noch mit lebendem Plasma erfüllt. In Abb. 18c ist die Cuticula fertig; Abb. 18d zeigt die Epithelzellen in voller Sekretion, dementsprechend sehr vergrößert. Die Verteilung des Wachses auf der Oberfläche, seine Ansammlung in den Vertiefungen zeigt Abb. 18e.

* * *

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen habe ich zum Teil schon in einer kurzen Mitteilung im Hochsommer 1934 veröffentlicht. Etwa gleichzeitig erschien eine Publikation von Scheidter, die Mitteilungen über *Lophyrus* enthält.

Ich habe zu danken Herrn Professor Friederichs, der mir die Anregung zu dieser Untersuchung gab, ferner Herrn Professor P. Schulze, meinem Lehrer in Zoologie, und ebenso Herrn Privatdozent Dr. Schlottke für wesentliche Förderung bei Ausführung der Arbeit. Ferner bin ich sehr zu Dank verbunden Herrn Dr. Enslin in Fürth für verschiedene Ratschläge, den Herren Professor Dr. Bischoff in Berlin und Konrektor O. Karl in Stolp für Bestimmung von Parasiten, den Mecklenb. Forstverwaltungen in Leussow und Kaliß und anderen im Text genannten forstlichen Stellen für ihre Beschaffung von Material.

Literatur.

1. Blunck, H., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz Bd. 43, S. 77—85.
2. Bouche, P. Fr., Stettiner ent. Zeitg. 7. Jahrg., 1846, S. 289.
3. Brischke, C. G. A., Abbildungen und Beschreibungen der Blattwespenlarven 1855, S. 12 ff.
4. — — Beobachtungen über die Arten der Blatt- und Holzwespen 1863, S. 126 ff. (Schluß).
5. Degeer, Ch., Memoires pour servir ã l'Histoire des insectes 1752, Bd. 2, T. 2, S. 268, Taf. 38, Fig. 11—13.
6. Degner, P., in Handbuch der Entomologie, herausg. von Chr. Schröder, 1928, Bd. I, S. 278.
7. Eliescu, G., Zeitschr. f. angew. Ent. Bd. 19, 1932, S. 23—67, 188—206.
8. Enslin, E., Die Tenthredinoidea Mitteleuropas. Berlin 1918.
9. Friederichs, K., Zeitschr. f. angew. Ent. 1931, Bd. 18, S. 568.
10. — — Forstwiss. Centralbl. Jahrg. 54, 1933, S. 463; Jahrg. 55, 1934, S. 281 ff.
11. Hartig, Th., Die Familie der Blattwespen und Holzwespen nebst einer allgemeinen Einleitung zur Naturgeschichte der Hymenopteren. Berlin 1837.
12. Hase, A., Jenaer Zeitschr. f. Naturw. Bd. 60, S. 221—244.
13. Hsin, C. S., Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturforsch. Ges. zu Rostock 4. Folge. Bd. 5, 1934/35.
14. Kaltenbach, J. H., Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten, 1874.
15. MacDunnough, J., Arch. f. Naturgesch. 75. Jahrg., 1909, 1. Bd., 3. Heft.
16. Milddleton, W., J. Agr. Res. 1921, Vol. 20, No. 10, S. 741—760. Washington.
17. Reaumur, R. A. de, Memoires pour servir à l'Histoire des insectes, Bd. 5, S. 97. Paris 1740.
18. Scheidter, F., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz Bd. 44, 1934, S. 369 ff., 406 ff., 497 ff.
19. Schulze, P., Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 2, 1924, S. 643 ff.
20. Verson, E., Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. 82, 1905, S. 523—600.
21. Weber, H., Lehrbuch der Entomologie, 1933.

Die Bekämpfung der tierischen Spargelschädlinge.

Von

Max Dingler (Gießen).

(Mit 10 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

A. Allgemeine Betrachtungen 295
B. Anwendung der Methoden 298
I. Spargelkäfer 298
II. Spargelfliege 305
1. Pflanzenzüchterische Maßnahmen 306
2. Abhaltungsmaßnahmen 307
3. Vernichtungsmaßnahmen 313
C. Folgerungen und Ausblicke 323
D. Mittel gegen die übrigen Schädlinge 326
Zusammenfassung 328
Literatur 329

* * *

A. Allgemeine Betrachtungen.

Für Bekämpfungsmaßnahmen kommen im allgemeinen nur die beiden tierischen Großschädlinge des Spargels, Spargelfliege und Spargelkäfer, in Betracht. (Hier wie im folgenden sind die beiden *Crioceris*-Arten unter der Bezeichnung „Spargelkäfer" zusammengefaßt; ferner ist *Platyparea poeciloptera* durchwegs als „Spargelfliege", *Melanagromyza simplex* als „kleine Spargelfliege" bezeichnet.) Die gegen gelegentlich auftretende Adventivschädlinge (s. Dingler 28) gebräuchlichen Mittel sollen am Ende zusammengestellt werden; an den oberirdischen Teilen der Spargelpflanze fressende Insekten sind übrigens fast ausnahmslos in einem Arbeitsgang mit den Spargelkäfern zu fassen.

Die beiden tierischen Großschädlinge des Spargels zeigen biologisch so weitgehende Verschiedenheiten, daß auch die Bekämpfung, die ihrer Lebensweise angepaßt ist, scheinbar zu grundsätzlich verschiedenen Maßnahmen gelangen muß. Nur wo das Insekt selbst vor jeder Schadenausübung gefaßt werden soll, ist eine Vernichtung mit gleichen Mitteln denkbar. Der Käfer lebt in allen Entwicklungsstadien als beißendes

Insekt äußerlich an den Pflanzen und nährt sich von ihren chlorophyllhaltigen Bestandteilen. Er ist verhältnismäßig träge und an der Pflanze gut sichtbar. Die Fliege dagegen, ein ausnehmend scheues Insekt, vermag, wenn sie sich auch durch Anstechen der Spargel von deren Gewebssäften nährt, im Imaginalstadium der Pflanze keinen nennenswerten Schaden zuzufügen. Desto verheerender wirkt ihre in der Pflanze fressende und bohrende Larve, deren verborgene Lebensweise sie allen unmittelbaren Tötungsmitteln entzieht. Unterscheiden wir zwischen dem die Pflanzenschädigung bedingenden biologischen Akt als „*conditio damni*" und dem unmittelbar die Pflanze schädigenden biologischen Akt als „*causa damni*", so kommen wir zu folgender Feststellung:

Bei *Crioceris* (und zwar bei Larve und Imago in gleicher Weise) liegt die *conditio damni* im Nahrungsbedürfnis und damit im Angriff der die Nahrung bietenden Pflanzenteile. Der Vorgang der Ernährung selbst bedeutet hier die Schädigung der Pflanze, ist also auch *causa damni*. *Conditio damni* und *causa damni* fallen somit zusammen. Die Unterbindung der ersteren ist zugleich unmittelbarer Schutz der Pflanze vor der letzteren, die Bekämpfung ist eine „direkte".

Bei *Platyparea* dagegen besteht die *conditio damni* in der Unterbringung der Brut, in der Eiablage; erst der Fraß der aus den Eiern schlüpfenden Larven im Inneren der Pflanze wird zur *causa damni*, wobei von der *conditio damni* und ihrem Urheber, der eierlegenden Fliege selbst, nichts mehr wahrzunehmen zu sein braucht. Vermögen wir aber den eigentlichen Schädiger, die das Pflanzengewebe durchwühlende Larve, nicht zu fassen, so kann die Bekämpfung nur eine „indirekte" sein. In gewisser Beziehung ließe sich hier von „Vorbeugung" sprechen, da die Fliege schon vor der Eiablage, also ehe sie die *conditio damni* schafft, ausgeschaltet sein muß. So wird auch in gewisser Beziehung Kontaktgift zum vorbeugenden, Magengift zum bekämpfenden Mittel.

Diese bekämpfungsbiologische Verschiedenheit der beiden Schädlinge schließt die Möglichkeit einer gemeinsamen Bekämpfung aber nicht von vornherein aus. Ein Kontaktgift etwa, das die zu gleicher Zeit auf dem Spargelfeld vorhandenen Fliegen-Imagines, Käfer-Imagines, Käferlarven und Käfereier abtötet, würde eben den Fliegen und den Käfereiern gegenüber „indirekte" (oder vorbeugende), den Käfern und ihren Larvenstadien gegenüber „direkte" Bekämpfung leisten. Ob bei dem sehr verschiedenen motorischen Verhalten der Fliege und des Käfers ein solcher Weg der Bekämpfung praktisch gangbar ist, soll später untersucht werden.

Aber schon jetzt sei bemerkt, daß das Problem der Spargelkäferbekämpfung als gelöst bezeichnet werden kann, während die Bekämpfung der Fliege auf die größten Schwierigkeiten stößt. Darin kommt umgekehrt wieder die grundsätzliche Verschiedenheit in der Biologie der beiden Insekten zum Ausdruck.

Ehe die — bewährten oder versuchten — Verfahren gegen sie im einzelnen behandelt und unsere eigenen Versuche beschrieben werden, möchte ich in tabellarischer Form die Möglichkeiten zusammenstellen, die sich der Bekämpfung überhaupt bieten. Bei der prinzipiellen bekämpfungsbiologischen Verschiedenheit der beiden Schädlinge dürften damit fast alle Wege Erwähnung finden, die im Kampf gegen Schadinsekten überhaupt beschritten werden können — ohne daß in der Aufzählung eine solche Vollständigkeit angestrebt ist, da es sich ja immer nur um die beiden Spargelfeinde handelt! Verfahren, die ausschließlich gegen den Käfer Anwendung finden könnten, sind mit (C), solche, die von vornherein nur gegen die Fliege in Betracht kommen, mit (P) gekennzeichnet.

I. Vorbeugung durch pflanzenzüchterische Maßnahmen:
   A. Stechen der Pflanzen bis zum Ende der Flugzeit (P)
   B. Aufzucht bestimmter Spargelsorten oder -individuen:
      1. Früh austreibende
      2. Spät austreibende
      3. Immune Pflanzen
      4. Bevorzugung des einen oder anderen Geschlechtes der zweihäusigen Pflanze
   C. Reinhaltung (insbesondere Entfernen aller Wildlinge)
   D. Dulden (oder absichtliches Anbauen) von Unkraut oder Nebenpflanzen
   E. Art der Pflanzung
   F. Verwendung bestimmter Düngemittel.

II. Unmittelbarer Schutz der Pflanze:
   A. Durch mechanische Abhaltungsmittel:
      1. Papiertüten (P)
      2. Cellophanhüllen (P)
      3. Rahmen oder „Kamine“
      4. Schutzkasten (Gaze)
      5. Störung durch Lufterschütterung (Papierschnitzel, Ventilatoren usw.)
      6. Pflanzen anderer Art (Schattenwirkung usw.)
      7. Ablenkung auf einzelne Spargelpflanzen
   B. Durch chemische Mittel:
      1. Verwitterung (Abschreckung):
         a) durch Bestäuben der Pflanzen
         b) durch Bespritzen der Pflanzen
         c) durch Anbringen eines Verwitterungsstoffes außerhalb der Pflanzen
      2. Bestäubung mit nur abhaltenden pulverförmigen Stoffen
      3. Erzeugung eines schützenden Überzuges um die Oberfläche der Pflanze
      4. Ablenkung des Insektes durch Duftstoffe (s. III A 4):
         a) aus der Nährpflanze gewonnener Duftstoff
         b) anderweitig gewonnener Duftstoff
      5. Innere Therapie der Pflanze
      6. Pflanzen anderer Art (Geruch).

III. Vertilgungsmaßnahmen:
   A. Gegen das fertige Insekt:
      1. Biologisch (Vögel!)
      2. Absammeln
      3. Abfangen mittels Klebstoff (in Verbindung mit Anlockung):
         a) geleimte Stäbchen
         b) Leimteller
         c) Leimgürtel
         d) Einzelpflanze
         e) Behandlung des Bodens

4. Fallen mit Duftstoff (s. II B 4)
5. Vergiftete Köder
6. Direktes Töten durch Giftstäuben oder -spritzen:
   a) Kontaktgifte
   b) Magengifte (C)
7. Vernichtung im Winterlager bezw. in künstlichen Winterverstecken (C)

B. Gegen die Brut:
1. Biologisch (Parasiten!)
2. Abtöten bezw. Ablösen der Eier (C)
3. Absammeln der Larven (C)
4. Vernichten der Brutstätten:
   a) Reisigvergiften
   b) Reisigverbrennen
5. Baldiges Entfernen der befallenen Pflanzenteile (P)
6. Vergiften der Pflanzenteile in der Erde (P)
7. Vergiften der Puppen in der Erde (C).

Die Übersicht läßt ohne weiteres erkennen, daß es sich in den Abteilungen I und II um Maßnahmen handelt, welche den Schädlingen entweder die Bedingungen zur Vermehrung entziehen oder sie lediglich von der Nutzpflanze abhalten sollen, ohne daß damit ein direkter Angriff auf das Insekt verbunden wäre. Sie sind also, wenn auch in verschiedenem Sinn, Vorbeugungsmaßnahmen.

Die in Abteilung III vorgeschlagenen Verfahren dagegen gehen unmittelbar gegen die Schädlinge selbst vor: sie suchen die bereits vorhandene Individuenmenge auf ein unschädliches Maß herabzudrücken. Wenn auch nur eine von sämtlichen Methoden zum Ziele führt, wäre der Wirtschaftszweck an sich erreicht. Hinzu kommt allerdings noch der räumliche Umfang der Wirkung, der für den Wert einer Maßnahme wesentlich mitbestimmend ist, und als für die Praxis wichtigstes Moment die Wirtschaftlichkeit.

Der Frage, ob etwa nur das Zusammenwirken mehrerer Methoden den erwünschten Erfolg bringt, wird später nachgegangen werden. Durch beigefügte Nummern wird im folgenden auf die Unterabteilungen der vorstehenden Übersicht verwiesen. Weder von uns noch meines Wissens von anderen wurden die Fälle II A 5, II B 5, II B 6, III A 3 e, III B 4 a, III B 6 und III B 7 einer Prüfung unterzogen.

B. Anwendung der Methoden.

I. Spargelkäfer.

Pflanzenzüchterische Maßnahmen gegen *Crioceris* kommen kaum in Betracht. Sie müßten denn in einem grundsätzlichen Verzicht auf die Monokultur bestehen, ein Gedankengang, der für die Spargelzucht ausscheidet, um so mehr, als uns gerade gegen die Spargelkäfer andere, wirksame Unterdrückungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Eine Maßnahme, die sich speziell gegen *Cr. 12punctata* richten würde (I B 4), bedarf ebenfalls nur kurzer Erwähnung. Wenn wirklich, wie einige Autoren annehmen (siehe Dingler 31), die Larven dieses Käfers ausschließlich oder wenigstens in einer Generation ausschließlich in den Beeren leben, so würde ihm durch Anbau nur männlicher Pflanzen eine wesentliche Lebensbedingung entzogen. Böttner (3) stellt auf Grund von Zählungen und Wägungen Huchels, wonach die Erträge der weiblichen Pflanzen um ca. 23—25 % niedriger

sind als die der männlichen, die Forderung auf: „Männchen pflanzen!“ Dieses Verfahren wäre also zugleich gegen eine der beiden Käferarten von Nutzen. Als „Maßnahme“ von irgendwelchem praktischen Wert dürfte eine derartige Ausschaltung des Zwölfpunktes aber nicht angesehen werden, da sie auf Grund unserer allgemein-ökologischen Erfahrungen zweifellos durch eine desto stärkere Vermehrung der anderen Art kompensiert würde.

Die Käfer sammeln sich gelegentlich gerne auf benachbarten Unkräutern oder Zwischenkulturpflanzen an. In einzelnen Fällen mag auf diese Weise (I D) das Absammeln begünstigt werden, aber ohne jeden Wert im größeren Betrieb. Spargelwildpflanzen sind auch dieser Schädlinge wegen sorgfältig zu entfernen (I C), allenfalls erst, nachdem sie zum Absammeln der auf ihnen angehäuften Käfer benutzt worden sind, wovon sogleich noch zu sprechen sein wird.

Von dem Verfahren, vereinzelte Triebe stechreifer Pflanzen frühzeitig stehen zu lassen (II A 7), um die eierlegenden Käfer (ebenso wie die eierlegenden Fliegen) auf sie zu ziehen,[1]) ist deshalb kein wesentlicher Erfolg zu erwarten, weil die Käfer stärker von den um diese Zeit bereits grünenden Junganlagen angelockt werden.

Schutz der Einzelpflanze etwa durch darübergestülpte Gazekasten (II A 4), wie wir sie auch versuchsweise verwendeten (Abb. bei Dingler 29), kommt ebenfalls nicht in Betracht; es wäre das eine Methode der „Spargelzucht im Blumentopf“.

Ebenso ist bisher kein Weg gefunden, die Pflanzen durch Verwitterung (II B 1) vor dem Käferfraß zu schützen; hin und wieder wird empfohlen, durch Bestreuen der Pflanzen mit staubförmigen Stoffen, wie Ruß, Asche, Kalkstaub, Straßenstaub, Thomasmehl u. dgl. (II B 2), die Käfer abzuhalten. Praktischen Wert hat aber auch dieses Vorgehen, zumal in unserm niederschlagsreichen Klima, nicht.

Von den wirksamen Verfahren gegen die Spargelkäfer ist vor allem zu nennen: das Absammeln (III A 2). Es hat wie gegen viele andere Schädlinge (Maikäfer, Rebstichler u. a.) auch gegen diese immer noch seinen Wert, der selbst durch modernste technische Bekämpfungsmethoden nicht aufgehoben ist. *„Principiis obsta!“* bleibt freilich für seine Wirksamkeit der entscheidende Grundsatz. Mag es auch zahlenmäßig nicht exakt sein, wenn Huchel (14) sagt: „Ein Käfer im Frühjahr getötet, ist mehr wert als viele Tausende im August“, im Prinzip ist dieser Mahnung durchaus zuzustimmen.

Eine solche Frühjahrsbekämpfung hat freilich nur wirklichen Erfolg, wenn von allen Züchtern eines Spargelbaugebietes möglichst einheitlich und gleichzeitig vorgegangen wird. Durch die auch von Huchel beobachtete Neigung der Käfer, gelegentlich in Mengen auf einen anderen Standort überzufliegen, wird sonst selbst der lokale Vorteil der Maßnahme allzuleicht vereitelt.

---

[1]) Jahnke (16) hält dieses Vorgehen unter Umständen für zweckmäßig.

Erscheinen dann im Juni, Juli, August die großen Käfermassen auf den Feldern, so ist ein Absammeln zwar bedeutend ertragreicher, aber lange nicht mehr so wirksam, ja, im Großbetrieb meist überhaupt nicht mehr ausreichend.

Man bedient sich dazu verschiedener Fangvorrichtungen. Als deren beste wird von verschiedenen Seiten ein Gefäß empfohlen, das zur Hälfte mit Wasser und etwas Petroleum gefüllt ist und oben einen Trichter oder eine trichterförmige Öffnung besitzt. Die Feldreihen werden mit dem Gefäß abgeschritten und die Käfer (bezw. auch ihre Larven) durch Erschütterung der Pflanzen in den Trichter abgeklopft.

Jahnke (l. c.) benutzte „Blechtrichter von 40 cm Durchmesser mit einer Öffnung von 10 cm Durchmesser in der Mitte, unter die ein Beutel gebunden wurde. Hält man solche Trichter unter die Büsche und klopft dann an die Zweige, dann fallen die Käfer in den Beutel, die, wenn sie voll sind, in eine Grube entleert werden".

Eine Vorrichtung, die ein „alter, erfahrener Spargelanbauer in Nienburg a. W." ersann, wird ebenfalls von Jahnke beschrieben. „Sie besteht aus einem Blech von etwa 80 cm Breite und 1 m Länge, das am unteren Ende wie eine Dachrinne umgebogen ist. Hält man ein solches Blech unter den Busch, dann fallen die Käfer auf das schräge Blech und rutschen auf diesem hinunter in die Rinne."

Alle derartigen Fangmitel kommen, wie auch Huchel betont, für den feldmäßigen Spargelbau nicht in Frage. Im Kleinbetrieb dagegen tun sie gute Dienste.

Ein Ablösen der Eier auf chemischem Weg (III B 2), wie wir es zum Gegenstand von Laboratoriumsversuchen machten (Dingler 31), scheidet für die Praxis aus verschiedenen Gründen (Umständlichkeit, Kosten, Pflanzengefährdung) aus. Günstig beurteilt wird dagegen von verschiedenen Seiten das Abfegen oder Abschütteln der Käferlarven (III B 3) bei trockenem Wetter. Die auf den trockenen Boden gefallenen Larven vermögen nicht mehr an den Pflanzen hochzukommen und gehen hier in der Sonnenwärme, soweit sie nicht schon verpuppungsreif sind, zum größten Teil zugrunde.

Der Eintrieb von Hühnern kann dabei die Vertilgung der Insekten noch vorteilhafter gestalten, wenn keine Zwischenkulturen vorhanden sind, die durch das Scharren der Hühner geschädigt werden (Spargelschädlingsflugblatt der B. R. A. [18]).

Damit ist das Kapitel „Biologische Bekämpfung" (III A 1) berührt. Daß insektenfressende Vögel, wie z. B. Spatzen, die Spargelkäfer aufnehmen, wurde von mir nachgewiesen (28), doch ist mir kein Fall bekannt geworden, in welchem Vögel die Käfermassen in einer Spargelkultur entscheidend dezimiert hätten.

Die hauptsächlichsten Vertilger der Käferbrut (III B 1) unter den Insekten sind die Marienkäfer *Coccinella septempunctata* und *C. bipunctata*, besonders die erstgenannte Art, die sich allein schon ihrer Größe wegen als wirksamer erweist. Als Schmarotzer wurde der Ei-

parasit *Tetrastichus atrocoeruleus* gefunden. Ein Gegengewicht gegen *Crioceris*massenvermehrung können aber auch diese Feinde nicht darstellen, da sie in größerer Zahl nur dort erscheinen, wo ihnen ein bereits erfolgtes Massenauftreten der Käfer die nötigen Lebens- und Vermehrungsbedingungen bietet.

Mit dem ordnungsgemäßen Entfernen und Vernichten von Spargelstrünken und Ernteresten, die den Käfern als Winterlager dienen (III A 7), wird ebenfalls eine Art von Vorbeugung getrieben. Dabei genügt es aber nicht, worauf auch das Flugblatt der B. R. A. (l. c.) hinweist, das Spargelstroh im Herbst einfach abzumähen; die Stengel sind vielmehr „im Herbst über dem Wurzelstock mit einem scharfen Spaten abzustechen und zusammen mit dem Kraut zu verbrennen" (womit zugleich die wichtigste Maßnahme gegen das überwinternde Stadium der Spargelfliege, die Puppe, getroffen ist). Hier wird auch empfohlen, die Käfer in künstlichen Winterverstecken abzufangen: „Wellpappegürtel, die man um Bäume und Pfähle in den Spargelfeldern legt, im Winter abnimmt und verbrennt". Nach Ansicht von Huchel steht der Erfolg dieses Vorgehens aber in keinem Verhältnis zu seinen Kosten.

Der einzige Weg, welcher auch im Großbetrieb zum Ziele führt und damit diese Gruppe von Spargelschädlingen in unsere Hand gegeben hat, ist die direkte Bekämpfung mit chemischen Mitteln (III A 6). Da die Spargelkäfer in allen Entwicklungsstadien außen an den oberirdischen Pflanzenteilen fressende Insekten sind, kommen für ihre chemische Bekämpfung nicht nur Kontaktgifte (III A 6a), sondern auch Magengifte (III A 6b) in Betracht. Für den augenblicklichen Wirtschaftszweck haben die Kontaktgifte den Vorzug insofern, als durch sie das Insekt getötet wird, ohne daß es erst Nahrung aufzunehmen braucht; ökologisch — und damit in vielen Fällen auch auf weitere Sicht wirtschaftlich — sind ihnen die Magengifte insofern überlegen, als sie keine anderen Insekten als die fressenden Schädlinge gefährden, also, wie ich a. a. O. (Dingler 8) ausgeführt habe, sich „eubiozönotischer" verhalten.[1]) Eine Ausnahme ist allenfalls dann gegeben, wenn, wie wir z. B. bei der Bekämpfung der Spargelfliege sehen werden, ein Kontaktgift, das auf spontane Tötung berechnet ist, seine Giftigkeit bereits kurze Zeit nach der Anwendung wieder verliert. Dann kann sogar das Kontaktgift zum „eubiozönotischeren", das noch längere Zeit die fressenden oder polleneintragenden Insekten gefährdende Magengift zum „abiozönotischeren" Mittel werden.

---

[1]) Unter „eubiozönotischen" Mitteln verstehe ich solche, welche möglichst nur den zu unterdrückenden Schädling treffen, die übrigen Faktoren der Lebensgemeinschaft (Biozönose) aber verschonen. „Abiozönotische" Mittel dagegen gefährden auch andere (indifferente oder nützliche) Glieder der Lebensgemeinschaft und tragen dadurch zu deren Verarmung bei. So werden z. B. bei der Anwendung von Kontaktgiften gegen die Spargelkäfer auch deren rührigste Feinde, die Coccinelliden, mit getroffen.

Folgende Präparate sind als Mittel gegen die Spargelkäfer bekannt geworden oder empfohlen (doch macht die Liste keinen Anspruch auf Vollständigkeit):

A. Kontaktgifte (Atem- oder Nervengifte).

(Grundsubstanz zumeist pflanzliche Gifte, wie Nikotin, Pyrethrum, Quassia.)

1. Spritzmittel:

Hohenheimer Brühe (Pflanzenschutz-G. m. b. H., Hamburg)
Nikotin-Quassia-Extrakt (O. Staehler, Erbach i. Rh.)
Polvosol (G. Vogger, Geisenfeld Obb.)
Pyrethrum-Extrakt Urania (Pflanzenschutz-G. m. b. H., Hamburg)
Schmierseifen-Petroleum-Emulsion
Tabaklauge.

2. Stäubemittel:

Polvo (G. Vogger, Geisenfeld Obb.)
Pomona-Stäubmittel (O. Staehler, Erbach i. Rh.)
Pyrethrumstäubmittel Urania (Pflanzenschutz-G. m. b. H., Hamburg)
Queria-Pulver (O. Hinsberg, Nackenheim a. Rh.)
Sinaphit (L. Meyer, Mainz)
Kalkstickstoff
Tabakstaub.

B. Fraßgifte (Magengifte).

(Grundsubstanz fast ausnahmslos Arsen, und zwar in Form von Salzen der arsenigen Säure As_2O_3=Arseniten, oder der Arsensäure As_2O_5=Arsenaten.)

1. Spritzmittel:

Bleiarsenatspritzmittel Borchers (Gebr. Borchers A.-G., Goslar)
Bleizabulon (O. Hinsberg, Nackenheim a. Rh.)
Dusturan (Pflanzenschutz-G. m. b. H., Hamburg)
Fusibar (F. Schacht, Braunschweig)
Nosprasen (I. G. Farbenindustrie A.-G., Leverkusen)
I. G.-Grün (I. G. Farbenindustrie A.-G., Leverkusen)
Pomona-Grün (O. Staehler, Erbach i. Rh.)
Silesia-Grün (W. Güttler A.-G., Hamburg)
Urania-Grün (Pflanzenschutz-G. m. b. H., Hamburg)
Chlorbaryum und Kalkmilch.

Stäubemittel:

Arsenstäubemittel Hercynia (Gebr. Borchers A.-G., Goslar)
Arsenbestäubungsmittel Mainz (L. Meyer, Mainz)
Arsenstäubemittel Silesia (W. Güttler A.-G., Hamburg)
Cuprodyl (Fahlberg-List A.-G., Hamburg)
Forstesturmit (E. Merck, Darmstadt)
Gralit (I. G. Farbenindustrie A.-G., Leverkusen)
Hesthanol (Chem. Fabrik Billwärder, Hamburg)
Nosprasit (I. G. Farbenindustrie A.-G., Leverkusen)
Silblat-Pulver (W. Güttler A.-G., Hamburg)
Zabulon (O. Hinsberg, Nackenheim a. Rh.).

(Wo zugleich mit der Bekämpfung der Spargelkäfer gegen den Spargelrost vorgegangen werden soll, werden ferner empfohlen:

als Kontaktgifte:

Nikotinseifenlösung
Quassiaseifenlösung

als Fraßgifte:

Schweinfurtergrünkupferkalkbrühe
Arsencupulvit (L. Meyer, Mainz)
Arsenkupferstaubmittel Hinsberg 1922 (O. Hinsberg, Nackenheim a. Rh.)
Funguran (Pflanzenschutz-G. m. b. H., Hamburg)
Kupferarsenspritzmittel (O. Staehler, Erbach i. Rh.)
Kupferarsenstäubemittel (O. Staehler, Erbach i. Rh.)

Die Voraussetzungen für die Brauchbarkeit eines Mittels (Giftigkeitsgrad, Wirkungsgeschwindigkeit, Unschädlichkeit für die Nutzpflanze, Haftfähigkeit, Rentabilität usw.) sind in der Pflanzenschutzliteratur so vielfach besprochen, daß von einer allgemeinen Erörterung derselben hier abgesehen werden kann.

Unter den in der obigen Liste aufgezählten Präparaten haben sich viele zur Bekämpfung der Spargelkäfer bewährt.

Im unserm Versuchsgebiet (Hessen-Starkenburg) wird das Bestäuben mit Forstesturmit gemeindeweise durchgeführt. Worfelden hat 1928 damit den Anfang gemacht; seitdem haben sich auch mehrere Privatleute mit Bestäubungsapparaten versehen. Auf den Morgen rechnet man $3^1/_4$—$3^1/_2$ kg Esturmit. Ein Morgen benötigt 2 Stunden Arbeitszeit. Die Kosten betragen je Morgen 5—6 Mark, also (wenn man auf den Morgen 3000 Stöcke rechnet) je Einzelpflanze ca. 0,19 Pfennig. Der Erfolg ist so gut, daß hier kein Verlangen nach einem anderen Mittel gegen die Käfer besteht. Nach einer vom 31. Mai bis 7. Juni 1930 durchgeführten Bestäubung (Gemarkung Worfelden) überzeugte ich mich selbst von der Wirkung. Außer der Käferbrut waren auf allen behandelten Feldern insbesondere auch die Eulenraupen abgetötet.

Von Huchel (l. c.) wird geraten: „Streuen von pulverisiertem Ätzkalk (vielleicht versucht man es auch mit Staubkainit) und Bespritzen mit Uraniagrün".

Auch Chittenden (5) empfiehlt gegen *Cr. asparagi* als bestes Mittel, frischen Kalk in der Frühe, während noch Tau liegt, auf die Pflanzen zu streuen; als weitere Mittel nennt er: Pyrethrum, Mischung von Schmierseife, Quassia und Wasser, Arsenverbindungen. Gegen *Cr. 12punctata* aber sind nach seiner Meinung jene Mittel, welche die in den Beeren lebenden Larven nicht erreichen (z. B. Kalk), wegzulassen. Ferner wird von den amerikanischen Autoren (Chittenden 4) empfohlen: Bleiarsenat (Abtötung 90 %), Bleiarsenat+Harzseife (100 %), während durch eine Mischung von Parisergrün [1]) und Kalk nur 50 % der Käfer abgetötet wurden.

Krieg (17) macht in einer Notiz auf die gute Wirkung eines zweimaligen Bestäubens mit dem Arsenstäubemittel „Silesia" aufmerksam.

Wir selbst konnten 1931 gelegentlich unserer Versuche der Spargelfliegenbekämpfung mit „Pomona" (Kontaktgift!) auch gute bis sehr

[1]) Über die Identität der Bezeichnung „Parisergrün" mit „Schweinfurtergrün" und vielen anderen s. meine Notiz im Anz. f. Schädlingskunde (Dingler 9).

gute Wirkung auf die Käfer beobachten. Dem Verfahren kommt die Gewohnheit der Käfer (besonders *Cr. asparagi),* sich fallen zu lassen, zustatten: die auf den bestäubten Boden fallenden Tiere bedecken sich hier so dicht mit dem Pulver, daß der größte Teil von ihnen ebenfalls in kurzer Zeit zugrunde geht.

Um die Wirkung des Mittels auch auf die Eier *(Cr. asparagi)* zu prüfen, stäubten wir belegte Zweige im Laboratorium mit „Pomona D" ein. Während an unbestäubten Kontrollzweigen (Versuchsbeginn 19. Mai 1931, 18 Uhr) nach 15 Stunden (20. Mai 1931, 9 Uhr) aus dem weitaus größten Teil der Eier die Larven geschlüpft waren, ergab von den bestäubten Eiern überhaupt keines die Larve.

Frohberg (12) gibt an, daß sich unter den von ihm geprüften Mitteln am besten „Cuprodyl" bewährt habe. Es wurde mit Gazebeuteln auf die Pflanzen gestäubt. Für einen Morgen wurden 3—5 kg benötigt. Die Larven waren nach 5—6 Stunden abgestorben. Das Bestäuben muß bei trockenem Wetter vorgenommen werden.

Nach brieflicher Mitteilung des Gemüsebauvereins Niedersachsen hat im dortigen Spargelbaugebiet „Hesthanol", insbesondere auch wegen seiner guten Haftfähigkeit, ausgezeichnet gegen die Spargelkäfer gewirkt.

Aus den Spritz- und Stäubeversuchen, welche von der Saatzuchtanstalt der Bad. Landwirtschaftskammer, Zweigstelle Schwetzingen (22), angestellt wurden, gebe ich folgende Tabelle über Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit einer Reihe von Mitteln wieder:

Mittel	% ig	Wirkung auf		Preis pro 100 l[1]) in RM
		Larven	Eier	
Nosprasen	1	sehr gut	sehr gut	1,20
Solbar	1	schlecht	schlecht	2,00
Aphidon	5	sehr gut	sehr gut	25,00
Insekta I	3	sehr gut	sehr gut	15,00
Lanigan	6	gut — sehr gut	ziemlich gut — gut	21,00
Schmierseifen-Petroleum-Emulsion	2	sehr gut — gut	sehr gut — gut	2,50
Zabulon	0.4	sehr gut	sehr gut — gut	1,50
Uraniagrün	0,12	sehr gut	sehr gut — gut	0,45
Silesiagrün	0,6	sehr gut	sehr gut	1,80
Gralit (Stäubmittel)	—	sehr gut	sehr gut	3,60

Von diesen Mitteln scheiden für die Praxis wegen zu hohen Preises von vornherein aus: Aphidon, Lanigan, Insekta I. Solbar ist für die Spargelkäferbekämpfung unbrauchbar (meines Wissens auch gar nicht dafür gedacht). Bei an sich sehr guter Wirkung und Wirtschaftlich-

[1]) Bezieht sich auf Lösungen. Für Stäubmittel sind entsprechende Mengen eingesetzt.

keit weisen Zabulon, Uraniagrün und Silesiagrün gewisse Nachteile auf. Schmierseifen-Petroleum-Emulsion wirkt gut und hat gegenüber den anderen Mitteln den Vorzug der Ungiftigkeit (Zwischenkulturen!). Als vorzüglich in Wirkung und Wirtschaftlichkeit werden hervorgehoben: Gralit und Nosprasen bezw. Nosprasit. Ferner hat sich nach Angabe der gleichen Stelle das Arsenbestäubungsmittel „Mainz" sehr gut bewährt.

Gralit wird auch in einem Bericht des Landwirtschaftsamtes Groß-Umstadt als sehr gut zur Bekämpfung der Spargelkäfer und ihrer Larven hervorgehoben.

Die angeführten Gutachten, die durch eine große Zahl weiterer Erfahrungen aus der Praxis vermehrt werden könnten, zeigen, daß wir durchaus brauchbare chemische Mittel zur Vernichtung der Spargelkäfer besitzen. Unter ihnen stehen obenan die als Fraßgifte wirkenden arsenhaltigen Stäubmittel.

Der Zeitpunkt der Bekämpfung ist gegeben, wenn die Massen der Junglarven die Eier zu verlassen beginnen. Ob und wann eine Nachbehandlung nötig wird, muß die dauernde Kontrolle der Anlagen ergeben.

Über die Geräte zum Stäuben oder Spritzen gibt ein Flugblatt der B. R. A. (27) Auskunft. Im allgemeinen wird man auch in großen Betrieben mit „Rückenschweflern" auskommen. Wir haben bei unseren Versuchen solche rückentragbaren Verstäuber der Firmen Gebr. Holder, Metzingen („Urban"), M. Jacoby, Hetzerath („Mosel") und C. Platz, Ludwigshafen („Vesuv") kennengelernt. Die Anwendung auf den Spargelfeldern zeigen Abb. 8 und 9. Motorspritzen oder Motorstäuber kommen für die Schädlingsbekämpfung im größten Maßstab in Betracht. Ein „pferdefahrbarer Pulverzerstäuber" der Firma Gebr. Holder wurde, wir mir Herr Dipl.-Landwirt Huchel in Osterburg mitteilt, von ihm im Herbst 1931 versuchsweise verwendet. „Die Wirkung war einwandfrei. Bei günstigem Wind braucht man nur alle 5—8 Beete entlang zu fahren. In wenigen Stunden sind da 25 Morgen abgestäubt".

II. Spargelfliege.

Während also gegen die Spargelkäfer wirksame Bekämpfungsmöglichkeiten bestehen, ist die Bekämpfung des größeren Schädlings, der Spargelfliege, heute noch ein Problem. Der biologische Grund dafür liegt bei *Platyparea* in der Spannung zwischen *conditio damni* und *causa damni*. Die Ausschaltung der Fliege wäre zwar gewährleistet durch das restlose Vernichten der dürren Spargelstengel, in denen die Puppen überwintern. Nachdem sich hier aber praktisch offenbar unüberwindliche Schwierigkeiten auftürmen, muß nach anderen, diese Maßnahme ersetzenden oder wenigstens ergänzenden Mitteln gesucht werden. Wir gliedern sie in pflanzenzüchterische, abhaltende und direkt vernichtende Maßnahmen.

1. Pflanzenzüchterische Maßnahmen.

Die stechreifen Felder sind, solange sie abgeerntet werden, durch die Spargelfliege überhaupt nicht gefährdet. Im Gegenteil: da die sämtlichen an stechreifen Pfeifen abgelegten Eier nicht zur Entwicklung gelangen, stellt die Spargelernte selbst eine dauernde Ausschaltung beträchtlicher Schädlingsmengen dar. Diese Wirkung wird noch gesteigert, wo man nicht den „weißen", sondern den schon etwas aus der Erde geschossenen „blauköpfigen" Spargel bevorzugt. Denn erfahrungsgemäß ist in stark fliegenverseuchten Gebieten jeder aus dem Boden schiebende Trieb bereits nach wenigen Stunden, sobald die Aktivität der Fliegen einsetzt, mehr oder minder stark belegt.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Dauer der Erntezeit (I A). Je mehr sie mit der Flugzeit der Fliege zusammenfällt, desto ungefährdeter können sich nach ihrer Beendigung die Pflanzen entwickeln. Ältere (4- und mehrjährige) Anlagen, die bis etwa Mitte Juni abgeerntet werden, sind dem Befall durch die Fliege nur mehr kurze Zeit, etwa eine bis zwei Wochen, ausgesetzt; und dies auch nicht während des Höhepunktes der Flugzeit, sondern in ihrem Abklingen. Allerdings ist auch dann noch ein beträchtlicher Befall möglich; er schadet aber im ganzen weniger durch Beeinträchtigung der ohnehin kräftigeren Pflanzen als dadurch, daß er Brutstätten künftiger Fliegenmassen schafft, wenn eine sorgfältige Winterbekämpfung unterbleibt. Frohberg (l. c.) empfiehlt, auf den alten Anlagen bis zum 24. Juni „jede Stange, aber auch wirklich jede, ohne Ausnahme, also auch die dünnste Stange", wegzustechen und bei längerer Flugzeit dieses Verfahren allenfalls noch auf einige weitere Tage auszudehnen.

Schwerwiegender wird die Frage der Erntedauer bei den dreijährigen Pflanzen. Gelegentlich wird empfohlen, diese Altersklasse überhaupt noch nicht zu stechen; die meisten Züchter sprechen sich dafür aus, die dreijährigen Spargel nur 3—4 Wochen, also etwa bis Ende Mai zu ernten. Je kürzer man sticht, desto größer ist aber die Gefahr schwerer Schädigung durch die Fliege, die sich bei dieser Altersklasse unheilvoll auswirken kann. Der Vorteil der Kräftigung durch das Nichtstechen wird in vielen Fällen wieder mehr als aufgehoben durch den Madenfraß. Hier muß also den örtlichen Verhältnissen Rechnung getragen werden: wo die Fliege nur spärlich auftritt, wird man die Dreijährlinge entsprechend schonen, in fliegenverseuchten Anbaugebieten dagegen ist die Verlängerung der Erntezeit der kleinere Nachteil. Im mecklenburgischen Spargelbaugebiet z. B. fährt man am besten, wenn man die dreijährigen Spargel 4 Wochen lang, also bis Ende Mai, sticht. Aus dem rheinhessischen Gebiet sind mir sogar Fälle bekannt geworden, in denen man mit gutem Erfolg selbst von den zweijährigen Pflanzen, der am meisten durch die Fliege gefährdeten Altersstufe, sämtliche Triebe bis Ende Mai wegsticht.

Solch übersteigerte Nutzung setzt natürlich voraus, daß es sich um an sich kräftige Pflanzen handelt; auch muß durch entsprechende

Düngung die starke Inanspruchnahme der Stöcke möglichst wieder ausgeglichen werden.

Die Aufzucht besonders früh austreibender (I B 1) oder spät austreibender (I B 2) Spargelsorten (um der Fortpflanzungszeit des Insektes bis zu gewissem Grade auszuweichen) kommt als Schutzmittel gegen die Fliege kaum in Betracht. Spätes Austreiben, spätes Pflanzen oder langes Zudecken der Triebe ist nach Äußerungen aus der Praxis sogar von Nachteil, da im anderen Fall die Stöcke sich schneller kräftigen und gegen den Fliegenangriff widerstandsfähiger werden.

Auch immune Spargelsorten (I B 3) sind, jedenfalls gegen die Fliege, nicht vorhanden. Wie Herr Dipl.-Landwirt H u c h e l mitteilt, ist dieses Problem trotz eifriger züchterischer Arbeit auch gegen den Spargelrost noch keineswegs gelöst. Anpreisungen von solchen Sorten sind zumeist nur der Ausfluß einer zweifelhaften „Geschäftstüchtigkeit".

Gelegentlich wird ein bestimmtes Vorgehen bei der Düngung (I F) als Schutzmaßnahme gegen die Spargelfliege empfohlen. Das Flugblatt der B. R. A. (18) sagt: „Latrinen- und frischer Stalldünger soll die Fliegen zur Eiablage anlocken; wo er benutzt wird, ist er möglichst sogleich unter die Erde zu bringen". Nach meinen eigenen Erfahrungen und nach Äußerungen von Praktikern der Spargelzucht ist aber eine Einwirkung von Düngemitteln auf die Legetätigkeit der Fliege stark zu bezweifeln (vgl. auch das im folgenden über den Einfluß von Geruchstoffen Gesagte).

Dagegen bleibt eine sachgemäße, reichliche Düngung („Kali, Phosphorsäure und Stickstoff, dazu alle drei Jahre eine Kalkgabe im Herbst und eine Kuhmistgabe im Frühjahr; gute Bodenbearbeitung; Stickstoff nie vor dem Stechen geben!"), welche die Pflanzen kräftig und widerstandfähig macht, damit stets auch eine wichtige indirekte Schutzmaßnahme gegen die Schädlinge.

2. Abhaltungsmaßnahmen.

Die schon bei der Bekämpfung der Käfer erwähnte Möglichkeit, die Schädlinge auf einzelne Pflanzen abzulenken (II A 7), scheint mir, wenn sie auch nicht als durchgreifendes Mittel angesehen werden kann, gegenüber der Fliege noch etwas besseren Erfolg zu versprechen. Das Verfahren würde darin bestehen, daß man auf stechreifen Feldern schon von Beginn des Fliegenauftretens an einzelne Pflanzen oder Triebe in gewissen Abständen von der Ernte ausschließt, also auswachsen läßt, um damit den Fliegen Eiablagestätten zu bieten. Den Feldern benachbarte Wildlinge sind dafür noch geeigneter, da sie für die Nutzung ohnehin nicht in Betracht kommen. Unumgänglich wichtig ist natürlich das spätere r e c h t z e i t i g e Vernichten dieser Brutstätten, um den Zweck des Verfahrens nicht in sein Gegenteil zu verkehren.

Zur Abhaltung der Fliegen von den Pflanzen hat man schon verschiedene Wege versucht. Der bekannteste und im kleineren Maßstab immer wieder beschrittene ist wohl die Verwendung von Papiertüten

(Abb. 1), die man über die eben aus der Erde schiebenden Schosse stülpt und an den Rändern mit etwas darüber geschütteter Erde festlegt (II A 1).

Die rechteckigen Tüten, wie sie aus verschiedenem, mehr oder minder lichtdurchlässigen Papier (z. B. von der Firma B. Mayer & Co., Mainz) hergestellt werden, haben eine Länge von ca. 24 cm, eine Breite von ca. 8 cm. Der Züchter kann sich den nötigen Vorrat an Tüten während der ruhigen Winterzeit freilich auch selbst herstellen, z. B. aus Zeitungspapier, das ich wiederholt zu diesem Zweck verwendet sah.

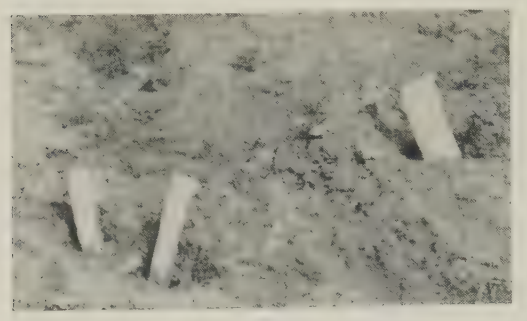


Abb. 1. Papiertüten über den schiebenden Pfeifen. — Leica.

Die Wetterfestigkeit der Papiertüten scheint im allgemeinen ausreichend zu sein. Um hier sicher zu gehen, kann man auch die dauerhafteren Cellophantüten (II A 2) verwenden, wie z. B. die Marke „Wetterfest" der Firma Kalle & Co., Wiesbaden-Biebrich.

Eine besondere Form sind die Cellophanhüllen mit eingepreßtem Drahtgitter: Platten in Form eines Viertelkreissektors mit 23 cm Radiuslänge, die erst vor der Benützung zu spitz-konischen Tüten zusammengedreht werden. Sie scheinen, wenn überhaupt je nennenswert verwendet, wegen ihrer Kostspieligkeit und der Umständlichkeit ihrer Handhabung wieder aus dem Gebrauch gekommen zu sein.

Die Frage nach dem Nutzen der Schutztüten ist bis zu einem gewissen Grade umstritten. Während ihnen die älteren Autoren teilweise entschieden das Wort reden, sie sogar gelegentlich als das einzige brauchbare Schutzmittel gegen die Spargelfliege bezeichnen, wird ihnen in neuerer Zeit höchstens noch für den Kleinbetrieb ein gewisser Wert zugesprochen. Für den feldmäßigen Spargelbau aber lautet das Urteil heute übereinstimmend: „Völlig unbrauchbar."

Nimmt man 3000 Pflanzen auf den Morgen an, von denen jede durchschnittlich 4 Schosse treibt, so wären zu ihrem Schutz 12 000 Tüten nötig. Das Aufsetzen und Festlegen der Tüten ist umständlich, die Gefahr, daß in ungeschützter Lage ein heftiger Windstoß die Tüten wegfegt, nicht zu umgehen. Der Chlorophyllbildung der Triebe sind sie auf jeden Fall, auch bei großer Lichtdurchlässigkeit des Papiers, nachteilig. Und, was am schwersten wiegt: sie schützen die Pflanze nicht unbedingt vor dem Zutritt der Fliege, die allzuleicht eine Lücke findet, um einzudringen.

Ich hatte bei Heidesheim Gelegenheit, die Wirkung der Papiertüten auf ein damit versehenes dreijähriges Feld genau zu verfolgen. Sie

wurden in den grubenförmig vertieften Grund um die Spargeltriebe gesteckt (Abb. 1). Eine photographische Aufnahme dieses Feldes vom 25. Mai 1932 ist auf Abb. 2 wiedergegeben. Sie zeigt, daß ein Teil der Triebe die stärker am Boden befestigten Tüten durchstoßen, ein anderer Teil sie mit der Triebspitze in die Höhe genommen hat. Von einem nicht unbeträchtlichen Teil sind die Tüten durch Wind oder andere Einflüsse überhaupt entfernt. Die Krümmung der noch belaubungsarmen Triebe auf diesem Bild und der kümmerliche Zustand des Feldes nach 6 Wochen (Abb. 3, aufgenommen am 9. Juli 1932) lassen erkennen, daß der beabsichtigte Schutz gegen die Fliege nicht erreicht wurde. Schon am 25. Mai hatte ich zahlreiche Fliegen nicht nur auf, sondern auch i n den Tüten gefunden (meist nur 1, in einem Fall 2 Fliegen in einer Tüte), obwohl eine Zugangsmöglichkeit oft nicht zu erkennen war. (Es ist nicht ausgeschlossen, daß ein Teil dieser Individuen innerhalb der Tüte erst aus unterirdischen Stengelresten des vorigen Jahres ausgeschlüpft war.) Nachträglichem Fliegenbefall gegenüber scheint es mir günstiger zu sein, wenn der schießende Spargeltrieb die Tüte mit in die Höhe nimmt, als wenn er sie durchstößt; denn der mehr und mehr

Abb. 2. Dreijähriges Feld mit Papiertüten zum Schutz gegen die Eiablage der Spargelfliege. — Leica.

verholzende Stengel kann von der Fliege nur mehr in der Region des Vegetationskegels belegt werden. Meine Erfahrungen hier und an anderen Orten bestätigen den Satz von der völligen Unbrauchbarkeit der Tüten im Feldspargelbau.

Eine Versuchsreihe, die ich 1930 anstellte, bezog sich auf die Erwägung, die Pflanzen mit einem Haftmittel zu bespritzen, das, ohne ihre physiologischen Funktionen zu beeinträchtigen, einen elastischen, sich mit dem Wachstum der Pflanze ausdehnenden Überzug über ihre Oberfläche bildet und so die Fliegen an der Eiablage verhindert (II B 3). Die Firma O. Hinsberg, Nackenheim, stellte mir dafür zwei Präparate zur Verfügung, die sonst Spritzmitteln zur Erhöhung der Haftfähigkeit beigegeben werden. Die Präparate wurden in drei verschiedenen Konzentrationen auf die Pflanzen eines zweijährigen Feldes gespritzt. Das

Abb. 3. Das Feld von Abb. 2, sechs Wochen später. — Leica.

Ergebnis sämtlicher Versuchsreihen war negativ. Durch die Behandlung ließen sich weder die Spargelkäfer vom Fraß, noch die Fliegen von der Eiablage abhalten. Die Pflanzen blieben ungeschädigt.

Vielfach findet man in der Literatur das Bestreuen der Pflanzen mit pulverförmigen Stoffen (II B 2), wie Holzkohlenpulver, Naphthalin, bei Neuanlagen auch Sand, mit Petroleum getränkte Sägespäne usw., zur Abhaltung der Fliegen empfohlen (z. B. Baunacke [1], E. Schmidt [23], Sorauer-Reh [25] u. a.). Der praktische Wert dieser Maßnahme gegen die Spargelfliege ist aus den gleichen Gründen wie gegen die Spargelkäfer (s. S. 299) zu verneinen.

Einige der genannten Stoffe sollen durch ihren Geruch der Abschreckung (Verwitterung) (II B 1) dienen. Als solche Stoffe werden ferner genannt: Wildverbißmittel, Franzosenöl, Karbolineum (!), Eklatin, Terrasan, Subterrasan; zum Teil sollen die Präparate auch, wie

Foenosan, ein Stinkmittel der Fahlberg-List A.-G., Hamburg, dem Kunstdünger zur Kopfdüngung beigemischt werden. Selbst das Bepinseln der eben durchbrechenden Triebe mit ähnlichen Abschreckstoffen oder das Einreiben der Triebe mit der eingefetteten Hand s. Lieber u. Böhne 21) wurde gelegentlich angepriesen. Vereinzelten Mitteilungen über guten Erfolg steht die überwiegende Mehrzahl der Urteile gegenüber, welche die Anwendung von Abschreckmitteln als erfolglos, zum mindesten als ganz unbrauchbar für den größeren Betrieb ablehnen.

Abhaltungsmaßnahmen, welche dagegen zweifellos zu sehr beachtlichen Erfolgen führen, sind jene Methoden, die man kurz als „Schwetzinger Methoden" zusammenfassen könnte, weil sie an der dortigen Zweigstelle der Badischen Landwirtschaftskammer durchgeführt und erprobt worden sind: die „Mantelsaat" und die „Kaminmethode".

Grundlegend ist für beide Verfahren die Erkenntnis, daß die Spargelfliege niedrig fliegt und daher die zu belegenden Pflanzen in einer flachen, mehr oder minder horizontalen Bahn anfliegt, nicht aber vertikal von oben herab auf sie einfällt. Die gelegentlich gemachte Beobachtung, daß verunkrautete Junganlagen weniger von der Fliege heimgesucht werden als unkrautfreie (I D), ferner Grubenpflanzungen weniger als Grabenpflanzungen (I E), scheint diese Beobachtung weiterhin zu bestätigen. Aus diesem Grunde werden auch in manchen Gegenden Kiefernzweige um die jungen Pflanzen gesteckt; in Schwetzingen ging man einen Schritt weiter und säte zu beiden Seiten der Spargelfeldreihen gewisse Nutzpflanzen, deren Wachstum zu demjenigen der Spargeltriebe während der Flugzeit des Schädlings in einer dem beabsichtigten Zweck dienenden Beziehung steht (II A 6). Als solche Pflanzen kommen z. B. in Betracht: Senf, Wintergerste, Winterroggen. Die Wirkung der „Roggenmantelsaat" als Schutz gegen die Fliege ergaben nach Lieber u. Böhne (l. c.) die vergleichenden Befallsfeststellungen:

	Befallene Pflanzen	Befallene Triebe
Ungeschützt	86 %	61 %
Geschützt	1,4 %	1,1 %,

wobei leider die Angabe fehlt, nach welcher Methode das Befallsprozent ermittelt wurde. Gerade solch verheißungsvolle Versuche verdienten aber durch exakteste Kontrollen quantitativ ausgewertet zu werden. Dringend zu empfehlen ist, daß sie an möglichst vielen Versuchsorten wiederholt und ausgebaut werden, wie die Untersuchungen ja auch in Schwetzingen selbst noch nicht abgeschlossen sind.

Das andere dort versuchsweise eingeschlagene Verfahren erstrebt den gleichen Seitenschutz der Pflanzen durch Isoliermäntel oder „Kamine" (II A 3). Die Mäntel bestehen aus Papier (behelfsmäßig Zeitungspapier, besser Ölpapier oder Pergamentersatz). Das an zwei gegenüberliegenden Kanten zusammengeklebte oder -genähte Papier wird durch

4 (oder 3) in die Erde gesteckte Stäbe so um die Pflanze gespannt, daß es sie kastenförmig umgibt. Auf Abb. 4 ist ein Versuchsfeld wieder-

Abb. 4. Isoliermäntel (Schwetzinger Methode). — Leica.

gegeben, auf welchem eine Anzahl Pflanzen durch solche Isoliermäntel geschützt sind. [1])

Empfohlene Maße der Mäntel:

	Höhe	Umfang
bei einjährigen Pflanzen	30—35 cm	60—70 cm
bei zweijährigen Pflanzen	40—50 cm	75—90 cm

Versuchsergebnisse auf zweijährigen Anlagen werden in folgender Tabelle mitgeteilt:

	Befallene Pflanzen %	Triebe %
Isoliermäntel, 45 cm hoch, 75 cm Umfang, Ende April aufgestellt, Mitte Juni entfernt	0	0
Dieselben Isoliermäntel, Ende April aufgestellt, Anfang Juni entfernt	38,4	27
Zu niedere und zu weite Isoliermäntel	80	59
Demgegenüber ungeschützt	86	61

Dieses Ergebnis zeigt einen bei richtiger Anwendung — aber nur bei dieser — offenbar restlosen Schutz gegen die Spargelfliege. Zugleich schützen solche Mäntel gegen den in manchen Gegenden sehr lästigen Hasen- (bezw. Kaninchen-) Fraß. Die Spargelkäfer dagegen befallen zuerst gerade die infolge der Wärmesammlung in den Mänteln früher belaubten Pflanzen, müssen also rechtzeitig mit den üblichen chemischen Mitteln bekämpft werden.

Von den beiden Verfahren des Seitenschutzes durch Isolierung käme bei enger Pflanzung als einfachste und billigste Methode die

[1]) Der fertig geklebte Isoliermantel aus gutem Pergamentersatz — ohne die Holzstäbe — soll sich auf ca. 2 Pfennig stellen.

Mantelsaat, bei geräumiger Pflanzung die Papierisoliermethode in Betracht; wo es sich um Nachpflanzungen in lückig gewordenen Anlagen handelt (und diese Nachpflanzungen sind vor allem vor der Fliege zu schützen!), kommt nur die letztgenannte Methode in Frage. Im Schwetzinger Spargelbaugebiet haben sich in kleineren Betrieben die Papiermäntel zum Schutz von Junganlagen bereits gut eingeführt. Für die Anwendung im großen Maßstab dürfte das Verfahren zu umständlich und zeitraubend sein.

Ferner ist zu bedenken, daß es sich hier durchwegs um Abhaltungs-, nicht um Bekämpfungsmaßnahmen im engeren Sinn handelt. Die von den geschützten Pflanzen nur abgehaltenen Schädlinge werden damit um so intensiver auf alle nicht in den Schutz einbezogenen Einzelpflanzen oder Anlagen konzentriert; einen solchen Schutz aber derart durchzuführen, daß überhaupt keine Entstehungsherde künftiger Massenvermehrungen mehr verblieben, darf selbst bei bester Organisation als ausgeschlossen gelten.

Wir sind also, um den Schädling nicht nur zeitlich und örtlich auszuschalten, auf direkte Vernichtungsmaßnahmen angewiesen.

3. Vernichtungsmaßnahmen.

Die Frage der „biologischen" Bekämpfungsmöglichkeit der Fliege (III A 1) wurde von mir an anderer Stelle (28) bereits behandelt. Dabei war von ihren natürlichen Feinden, den Fröschen, Tausendfüßlern, Raubinsekten u. a., und von der offenbar negativen Rolle, welche die Vögel hier spielen, die Rede, ebenso von der Wirkungslosigkeit der Spinnen im Kampf gegen die Spargelfliege. Ferner scheint *Platyparea poeciloptera* besonders arm an Parasiten zu sein, sind ihr doch auch die gelegentlich in den Larvengängen gefundenen Braconiden nicht spezifisch angepaßt. Und die gegen Ende der Flugzeit ektoparasitisch auftretenden Trombidien (Milben) vermögen die Fortpflanzungstätigkeit der Fliegen auch nicht merklich zu beeinflussen.

Unter den technischen Bekämpfungsmöglichkeiten wird dem Absammeln der Fliegen (III A 2) mehr Wert beigemessen, als man bei der Scheuheit und Flinkheit dieses Insektes vermuten möchte. Die Ausführbarkeit beruht eben darauf, daß die Fliegen von abends bis zum Sonnenaufgang fluchtunfähig an den Pflanzen sitzen und hier leicht ergriffen und zerdrückt werden können.

Wie Herr Dipl.-Landwirt Huchel in Osterburg mir freundlicherweise brieflich mitteilt, sind nach seiner Meinung mit dem „Ablesen der Fliegen frühmorgens, spätabends oder an kalten bezw. kühlen Tagen (bei Temperaturen unter 14 ° C)" gute Erfolge zu erzielen. Er verzeichnet folgende Ergebnisse: „1931 habe ich einen Plan von 8 Morgen Größe wie folgt behandelt: am 17. Mai 11 Personen 45 Minuten bei 14 ° C 828 Spargelfliegen abgelesen; am 18. Mai 2 Personen bei 14 ° C in 44 Minuten 222 Fliegen und am 19. Mai 12 Personen bei 8 ° C in 44 Minuten 1183 Fliegen. Zeit: morgens zwischen 5 und 6 Uhr.

Insgesamt wurden also in 18 Arbeitsstunden und 45 Minuten 2233 Spargelfliegen abgelesen. Arbeitslohnaufwand = 4,88 RM."

Im gleichen Jahr 1931, am 16. Mai, ließ in unserm starkenburgischen Versuchsgebiet der Bürgermeister von Worfelden durch 40 Schulkinder sammeln. Um 5 Uhr wurde mit der Arbeit begonnen, von 6 Uhr an wurde sie durch Regen beeinträchtigt und alsbald eingestellt. Die Zahl der gesammelten Fliegen betrug etwas über 1000. Die Kinder arbeiteten mit großem Eifer; Pflanzenbeschädigungen waren nicht zu verzeichnen.

Die Sammeltätigkeit hat erzieherischen Wert insofern, als durch sie das Interesse an der Fliege und ihrer Bedeutung geweckt wird; viele Eltern lernten durch diese Tätigkeit der Kinder den Schädling überhaupt erst kennen. Der praktische Nutzen des Sammelns, das selbst bei regelmäßiger Durchführung nur einen Bruchteil der vorhandenen Fliegen erfassen kann, ist schwerlich exakt festzustellen.

Eine wichtige Rolle spielt in der Bekämpfung der Spargelfliege die Verwendung von Leim (III A 3), und zwar ausschließlich von hellem Raupenleim (Brumata-Leim). In der älteren Literatur sind, wie unter den Abhaltungsmitteln die Papiertüten, so unter den Bekämpfungsmitteln die Leimstäbchen (III A 3 a) das populärste. Es handelt sich dabei um spargelförmig zugeschnitzte Hölzchen, die man zwischen den Spargelpflanzen in den Boden steckt, so daß sie etwa 10 cm daraus hervorragen, und mit hellem Leim bestreicht. Die Fliegen sollen durch diese den Spargeltrieben ähnlichen Hölzer getäuscht und veranlaßt

Abb. 5. Leimstäbchen zwischen den Spargelstöcken. Leica.

Abb. 6. Leimteller. — Leica.

werden, sich auf sie niederzulassen. Abb. 5 zeigt einige solche Stäbchen zwischen den schießenden Trieben eines zweijährigen Feldes. Das früher viel gepriesene Mittel bringt im kleinen gelegentlich gute, wenn auch kaum in einer Befallsverminderung praktisch sich auswirkende

Fänge; für den Betrieb im großen aber wird seine völlige Wertlosigkeit immer wieder betont.

Bei unseren eigenen Versuchen zur Nachprüfung der Methode hatte sich — während sehr starken Fluges! — innerhalb 5 Tagen (17. bis 22. Mai 1930) nur durchschnittlich eine Fliege an jedem Stäbchen gefangen.

Abb. 7. Leimgürtel, die Grabenböschung entlang gespannt. — Leica.

Die Beobachtung, daß verhältnismäßig viele Fliegen vor dem Befall eines Spargeltriebes sich erst dicht daneben auf den Boden niederlassen, veranlaßte mich, Versuche mit „Leimtellern" (III A 3 b) anzustellen. Die Firma O. Hinsberg in Nackenheim fertigte mir die Teller: runde Pappscheiben von ca. 24 cm Durchmesser mit einem Loch von 3—4 cm Durchmesser in der Mitte, die auf einer Seite mit Raupenleim bestrichen wurden. Der Transport der gebrauchsfertigen Teller war einfach und die Handhabung bequem, da je 2 Teller mit der geleimten Seite aufeinandergelegt und erst am Verwendungsort auseinandergezogen wurden. Abb. 6 zeigt, wie sie über die Triebe gestülpt werden. Wenn neben dem Trieb kein weiterer im Umkreis des Tellers aus der Erde schiebt, bleiben die Teller längere Zeit (in einem Fall 21 Tage lang) hinreichend glatt und fängisch, versanden auch auffallenderweise verhältnismäßig wenig; von darunter hervorkommenden Spargelpfeifen werden sie freilich nach oben gebogen. Die Ausbeute einer Reihe von Tellern, die am 30. Mai 1930 in Abständen von etwa 1 m ausgelegt wurden, ergab am 6. Juni 1930 pro Teller eine Beute von 12—15 Insekten, darunter hauptsächlich kleine Dipteren, beide *Crioceris*-Arten und durchschnittlich 1—2 Spargelfliegen. Das Ergebnis war also nur wenig günstiger als bei den Leimstäbchen.

Auch mit „Leimbändern" oder „Leimgürteln" (III A 3 c) stellten wir verschiedene Versuchsreihen auf. Zur Verwendung kamen die bekannten, als Baumgürtel gegen den Frostspanner viel gebrauchten „Fix-Fertig"-Leimbänder der Fa. O. Hinsberg, Nackenheim. Sie wurden entweder mit Stäben längs der beiden Grabenränder in einjährigen Anlagen angebracht (wie in Abb. 7), oder im Zickzack zwischen den Einzelpflanzen durch den Graben gezogen, um den anschwirrenden Fliegen eine möglichst große Angriffsfläche zu bieten, oder endlich nach

dem Schwetzinger Verfahren kaminartig über vier Stäbe um die Pflanze gespannt, mit der geleimten Seite nach innen. Die einzige Anordnung, die auch nach den Erfahrungen von Schwetzingen einigen Erfolg verspricht, ist die letztgenannte. Allerdings scheint mir dabei die Wirkung des „Isoliermantels" entscheidender zu sein als die des Leimes, so daß man sich das Leimen ersparen kann.

Es sind auch schon die Pflanzen selbst, nämlich die eben aus dem Boden brechenden Triebe, versuchsweise geleimt worden (III A 3 d). Der Leim soll sich während des Wachstums der Pflanze, ohne abzureißen, gleichmäßig auseinanderziehen und dadurch die Oberfläche des Triebes längere Zeit gleichmäßig bedecken. Weitere Versuche in dieser Richtung sind, wie wir hören, im Gange. Von uns wurde das Verfahren bisher nicht nachgeprüft.

* * *

Um die Wirkung der Fangmittel zu steigern, wurde versucht, sie mit Duftstoffen zur Anlockung der Fliegen in Verbindung zu bringen, also in Fallen mit einer Locksubstanz (Köder) zu verwandeln (III A 4).

Über das Verhalten von Insekten gegenüber Duftstoffen liegen verschiedene Untersuchungen vor. In neuester Zeit hat F. Eckstein (11) die Verwendung von Ködermitteln in der Schädlingsbekämpfung zum Gegenstand von Studien gemacht, in welchen gerade auch die Spargelfliege herangezogen wurde. Eckstein ging von der Prüfung aus, ob die Fliege den hervorsprießenden Spargel durch seinen Duft wahrnimmt oder sieht. Zu diesem Zweck wurden verschieden geformte Hölzer in einem Spargelbeet aufgestellt: Brettchen, Kugeln, Würfel und spargelförmige Stäbe. Es zeigte sich, daß die Fliegen sich mit besonderer Vorliebe an die spargelförmigen Hölzer setzten. „Gleichzeitig vorgenommene Untersuchungen über die etwaige anlockende Wirkung von Spargelsaft, Asparagin, Asparaginsäure, Zuckerlösungen u. a. zeigten überdies, daß die Fliege die Spargelpflanze in der Hauptsache mit Hilfe des Gesichtsinnes anfliegt, was aber nicht ausschließt, daß noch andere Reize, etwa Duftreize noch unbekannter Zusammensetzung, auf die Fliege einwirken."

Wir suchten auch die Einwirkung einer Reihe von Duftstoffen auf die Fliege festzustellen, wobei wir wieder die spargelförmigen Holzstäbchen verwandten, die auf einem besonders stark beflogenen Feld (Ba_3, 30. Mai 1930) in Abständen von 8 Schritten, jeweils um zwei Pflanzenreihen versetzt, in den Boden gesteckt wurden. Die Stäbe wurden bestrichen mit folgenden Stoffen:

Spargelsaft	Thymianöl
Patchouliöl	Myrtenöl
Baldrianöl	Anisöl
Lawendelöl	Nelkenöl
Eukalyptusöl	

In stundenlanger Beobachtung unmittelbar nach Versuchsbeginn und weiteren tagelangen Kontrollen wurde, obwohl z. B. das Stäbchen

mit dem Anisöl für menschliche Wahrnehmung noch nach drei Wochen (21. Juni 1930) duftete, kein Anflug der überall herumschwirrenden Fliegen festgestellt. Lediglich auf das Stäbchen mit dem Eukalyptusöl hatte sich eine Spargelfliege und eine andere, kleinere Diptere für wenige Sekunden niedergelassen.

Auf Grund dieser Freilandversuche und ebenso negativ verlaufener Laboratoriumsversuche müssen wir vorläufig die Verwendung von Ködermitteln im Kampf gegen die Spargelfliege für aussichtslos halten, wie auch Eckstein (l. c.) sagt, „daß es bisher nicht gelungen ist, besonders anlockende Wirkungen von Spargelextrakten, Asparagin usw. auf *Platyparea poeciloptera* festzustellen".

Mit der Verwendung von Ködern entfällt natürlich auch diejenige von „Giftködern" (III A 5), wie sie gelegentlich gegen die Spargelfliege angepriesen werden.

Während vierjähriger Beobachtungen habe ich die Fliegen im Freiland nie andere Nahrung aufnehmen sehen als den — durch Einstich der Legeröhre oder gelegentlich auch durch anderweitige Verwundung — aus den Spargeltrieben austretenden Saft. Das Wasser, das die frisch geschlüpften Fliegen in der Zucht gierig aufsaugen, steht ihnen auch im Freien (vor allem als Tau) reichlich zur Verfügung. Ich halte es für ausgeschlossen, den Reiz dieser natürlichen Gelegenheiten zur Stillung von Hunger oder Durst durch künstliche zu überbieten. Mittel wie „Olivanol" (Chem. Fabrik Billwärder A.-G., Hamburg), das im Verhältnis 1 : 9 mit Wasser verdünnt in Schälchen auf den Feldern aufgestellt und von den Fliegen aufgenommen werden soll, haben im Kampf gegen die Spargelfliege keinerlei praktischen Wert.

Ganz abgesehen von der Verwendung von Lockmitteln wird also die „chemische Bekämpfung" der Spargelfliege von vornherein wenig Aussicht auf Erfolg haben, wenn sie mit Magengiften (III A 6 b) arbeitet; eher könnte sie mit schnell tötenden Kontaktgiften (III A 6 a) ihr Ziel erreichen.

Aus der Industrie sind eine Reihe von Präparaten auch als wirksam gegen die Spargelfliege angepriesen. In vielen Fällen wird hier aber die Fliege mit dem Käfer teils verwechselt, teils im Reagieren auf ein Gift von vornherein gleichgestellt. Gewiß gibt es chemische Bekämpfungsmittel, die bei richtiger Anwendung nicht nur gegen die Käfer, sondern auch gegen die Fliege Erfolg bringen könnten. Maßgebend für die Wirkung auf die Spargelfliege bleibt aber, wie gesagt, die richtige Anwendungszeit und Anwendungsweise. Von ihr hängt (im Gegensatz etwa zu der sehr einfachen Bestäubung der während ihrer ganzen Fraßzeit träg im Laub sitzenden *Crioceris*-Larven) der Erfolg im höchsten Grade ab. Das Prüfungsergebnis im Laboratorium, auch das befriedigendste, kann hier nur eine allererste Vorstufe und selbstverständliche Voraussetzung für die Brauchbarkeitsprobe im Freiland sein. Der Beweis für die Wirksamkeit des Mittels wird sodann erbracht nicht etwa durch die Zahl der getöteten Individuen, sondern durch Befallsrückgang oder Befallsfreiheit der geschützten Pflanzen.

Wir haben auf die Möglichkeit, die Spargelfliege chemisch zu bekämpfen, unser besonderes Augenmerk gerichtet. Die diesbezüglichen Versuche sind, soweit ihre Ergebnisse Belang haben, bereits mitgeteilt worden (Dingler 10). Als geeignetes Mittel erwies sich dabei das von mir modifizierte Pomona-Staubmittel D der Firma O. Staehler in Erbach a. Rh.

Bei einem Großversuch, den wir am 16. Mai 1931 in den Gemarkungen Mörfelden und Walldorf (Provinz Hessen-Starkenburg) durchführten, wurde ein in sich abgeschlossenes Spargelanbaugebiet (1-, 2- und nicht mehr gestochene 3jährige Felder) von über 80 Morgen bestäubt. Die Arbeitskräfte, die uns dafür zur Verfügung standen (19 Stäuber und 8 Träger), waren in Kolonnen und diese wieder in Sektionen zu 2 Mann eingeteilt. Eine Sektion stäubte immer gemeinsam auf einem Feld, indem jeder der beiden Männer an einem Außenstreifen begann und gegen die Feldmitte vordrang. In Abb. 8 treffen sich die beiden Stäuber eben in der Mitte des Feldes. Abb. 9 zeigt einige Feldreihen unmittelbar nach der Bestäubung.

Der Versuch hatte das negative Ergebnis, daß mit einmaliger Bestäubung eines größeren, in sich abgeschlossenen Gebietes (vor Sonnenaufgang) der Schädlingsbefall nicht entscheidend herabzudrücken ist. Erst unsere Parzellenversuche im darauffolgenden Jahr mit 2 bis 3 Wochen lang hintereinander durchgeführten Bestäubungen lieferten ein befriedigendes Ergebnis (Dingler, l. c.). Doch brachte der Großversuch eine Reihe praktischer Erfahrungen, insbesondere mit den

Abb. 8. Bestäubung eines Spargelfeldes. — Leica.

auf S. 305 erwähnten Stäubeapparaten. Es zeigte sich, daß doppelwirkende Schwefler, die anderen Schädlingen gegenüber große Vorteile haben, hier ungünstig sind; geeigneter für die Spargelfliegenbekämpfung sind vielmehr Apparate, aus denen das Pulver mit jedem Hebeldruck stoßweise austritt, weil sich so besser jede einzelne Pflanze und ihre

nächste Umgebung bestäuben und dadurch auch Material sparen läßt. Beim doppelwirkenden Schwefler ist auch der Kraftverbrauch für den Arbeiter zu groß. Von den verwendeten Apparaten bewährte sich für

Abb. 9. Feldreihen unmittelbar nach der Bestäubung. — Leica.

unsere Zwecke am besten der Rückenschwefler „Mosel" der Firma Jacoby, in zweiter Linie der Schwefler der Firma Platz, in dritter Linie derjenige der Firma Holder.

* * *

Endlich sei noch jene Maßnahme besprochen, welche sich gegen das Puppenstadium der Fliege richtet und, wenn ihre einheitliche und restlose Durchführung möglich wäre, die Spargelkultur mit absoluter Sicherheit von diesem Schädling befreien würde: das Vernichten der Brutstätten bezw. Überwinterungsstätten (III B 4). Dies ist (s. Chittenden 6) zugleich auch die wirksamste Maßnahme gegen die kleine Spargelfliege (vgl. meine Veröffentlichung über diese [32]).

Da die Made der Spargelfliege nur innerhalb des Pflanzenstengels sich verpuppt und die Puppe (das Tönnchen) nur hier überwintert, sind vom Ende der alten bis zum Beginn der neuen (nächstjährigen) Flugzeit, also etwa von Ende Juni bis Mitte April, die gesamten künftigen Schädlingsmassen in dem erst grünen, später verdorrenden Kraut angehäuft. Sorgfältiges Entfernen und Verbrennen, sei es der frisch befallenen Stengel, sei es der welken Strünke, wird daher den Spargelbauern in den verschiedenen Anbaugebieten Deutschlands zur Pflicht

gemacht. Wo es, teils aus Unachtsamkeit, teils aus Mangel an Zeit und Arbeitskräften, nicht durchgeführt wird, fördert man die Vermehrung der Spargelfliege mehr als durch alle anderen Bekämpfungsmaßnahmen wieder gut gemacht werden kann.

Die Hauptfrage ist hier: W a n n muß das befallene Spargelkraut entfernt werden? W a n n muß es vernichtet werden? Die Ansichten darüber gehen auseinander.

Die eine Auffasung spricht sich dafür aus, während der ganzen Vegetationszeit die Pfeifen, sowie sie den Befall erkennen lassen, sofort herauszunehmen und zu verbrennen (III B 5), womit also in der Hauptsache die noch nicht bis zur Puppe entwickelten Maden erfaßt würden. Dabei empfehlen die einen, die Pfeifen nicht auszuschneiden, sondern auszu r e i ß e n (z. B. L e s n e [19 u. 20]), während die anderen vor dieser auch den Wurzelstock und benachbarte Knospen schädigenden Maßnahme warnen und unbedingt zum Ab s c h n e i d e n dicht über der „Krone“ raten (z. B. Spargelschädlingsflugblatt der B. R. A. [18], H u c h e l [15]). Begründet wird das frühzeitige Beseitigen befallener Triebe damit, daß diese späterhin, etwa von Juli, August an, mehr oder minder dicht über der Erde morsch werden und bei dem Versuch, sie herauszunehmen, an dieser Stelle leicht abreißen oder zerfallen. Dabei kann ein Teil der Tönnchen herausfallen, ein anderer (größerer) Teil in dem am Wurzelstock festhaftenden Strunk unterhalb der Vermorschungsstelle verbleiben und so der Vernichtung entgehen. Aus diesem Grunde schreibt auch das Braunschweigische Gesetz vor, die jungen Spargelpflanzungen, mit Einschluß der dreijährigen, in den Monaten Mai bis August allwöchentlich auf das Vorhandensein der Spargelfliege zu untersuchen, befallene Pflanzen „bis an die Krone“ abzuschneiden und sogleich an Ort und Stelle zu verbrennen; die Vernichtung der befallenen Pflanzenteile hat spätestens bis zum 15. August zu erfolgen.

Demgegenüber steht die andere Auffassung, auch befallene Triebe bis zum Herbst, d. h. bis sie ihre Assimilationsaufgabe erfüllt haben, stehen zu lassen und erst dann zu entfernen. Für dieses Vorgehen spricht der Umstand, daß auch der durch Fliegenbefall kränkelnde Teil immerhin noch, wenn auch nicht so wie der gesunde, zu assimilieren vermag. Bei starkem Flug ist in kurzer Zeit jeder Trieb von der Fliege belegt, so daß die Stöcke wochenlang ihrer sämtlichen kaum entfalteten Assimilationsorgane beraubt werden müßten. Daß die Maden, wenn man die befallenen Stengel vorläufig stehen läßt, den Wurzelstock selbst schädigen, ist kaum zu befürchten; die Fälle, in denen sie zur Verpuppung noch ein Stück weit in die Wurzel vordringen, sind zu selten, um ins Gewicht zu fallen (s. D i n g l e r 29). Im allgemeinen droht der befallenen Pflanze keine andere Gefahr als die Schädigung desjenigen Triebes, in welchem die Made eben frißt, und solange dieser Trieb, wenn auch unvollkommen, assimiliert, leistet er dem Stock einen Dienst. In dieser Erkenntnis schließe ich mich jenen Ge-

währsmännern an, welche das Entfernen der befallenen Stengel erst im Herbst empfehlen. (Daß besonders frühzeitig und stark befallene Triebe, die etwa schon im Juni, Juli zu vermorschen beginnen und darum keiner Chlorophyllbildung mehr fähig sind, zweckmäßigerweise sofort herausgenommen und vernichtet werden, wird jedem mit seiner Kultur vertrauten Praktiker eine Selbstverständlichkeit sein.)

Was das Entfernen der verdorrenden Triebe im Herbst betrifft, wird vielfach geraten, sie möglichst dicht über dem Boden abzumähen. Aber auch hier ist die einzig richtige Maßnahme, die Stengel — besonders in den am meisten von der Fliege heimgesuchten zweijährigen Anlagen — dicht über dem Wurzelstock abzustechen (abzuschneiden).[1]) Ein Herausziehen der Stengel wäre, da sie sich im verdorrenden Zustand leichter vom Wurzelstock lösen, jetzt auch weniger bedenklich als im Sommer; allein gerade die von der Fliege befallenen Stengel, auf die es ankommt, reißen, wie wir gesehen haben, an der über der Erdoberfläche liegenden Vermorschungsstelle ab, so daß der am meisten mit Tönnchen besetzte Teil im Boden bleibt.

Der Ort der Verpuppung liegt, wie ich an anderer Stelle (29) ausgeführt habe, im Durchschnitt, je nach der Ein-, Zwei- oder Mehrjährigkeit der Pflanze, zwischen 6,5 und 15,5 cm über dem Wurzelansatz und damit auch in den meisten Fällen unterhalb des Erdbodens. In einer größeren Zahl von infolge Vermorschung umgeknickten Stengeln eines dreijährigen Feldes fand ich am 9. Juni 1932 die Puppen bezw. Larven oberhalb und unterhalb der Vermorschungsstelle im Zahlenverhältnis 1 : 6. Bei bloßem Wegreißen und Vernichten der oberen (wenn auch stark von Larvengängen durchsetzten) Pflanzenteile hätte man hier also nur ein Siebentel der vorhandenen Fliegenbrut erfaßt und damit praktisch für den künftigen Schutz der Pflanzen so gut wie nichts erreicht.

Es liegt auf der Hand, daß das gesamte Spargelstroh, soweit es nicht schon im Herbst zu Beseitigung kommt, jedenfalls vor dem ersten Schlüpftermin der Fliegen im neuen Jahr vernichtet sein muß. Das Verbrennen „noch vor dem Winter" wird vom Flugblatt der B.R.A. gefordert. In Frankreich bestimmen nach Lesne (20) die Behörden den 15. April als das Datum, bis zu welchem das Verbrennen geschehen sein muß. Doch empfiehlt dieser Autor, den Termin auf den 20. März vorzuverlegen. Ein Merkblatt der sächsischen Hauptstelle für Pflanzenschutz gibt als Termin für das Herausnehmen und Verbrennen der Stoppeln „spätestens Ende Februar" an und fügt bei: „Spargelstoppeln dürfen nie untergegraben oder kompostiert werden." Hier geht dem im Laufe des Winters vorzunehmenden Entfernen der Stoppeln allerdings die Anordnung voraus, daß das Spargelkraut „alljährlich spätestens bis Ende Oktober tief abzumähen und alsbald an Ort und Stelle zu ver-

[1]) Um für die Vorbereitungsarbeiten im Frühjahr das spätere Auffinden der Stöcke zu erleichtern, wird man zweckmäßigerweise von jeder Pflanze einen möglichst gesunden d. h. fliegenbefallsreifen Strunk stehen lassen.

brennen" sei. Also doppelter Arbeitsgang mit Mähen im Herbst (das allein keinesfalls genügt!) und Stoppelentfernen im Winter.

Für das Verbrennen empfiehlt Lesne (l. c.), daß die Stengel an einen gemeinsamen Ort zusammengetragen und hier erst gründlich getrocknet werden sollen, da sie sonst nur teilweise verkohlen und große Mengen von Puppen in ihnen am Leben bleiben. Wir hatten am 16. Mai 1931 Gelegenheit, einen Abfallhaufen, auf welchem ausgejätetes Unkraut mit halbverkohlten Spargelstengeln zusammengeworfen war (Abb. 10), zu untersuchen. In den unverbrannten Teilen der Stengel fand sich eine große Zahl noch lebender Fliegenpuppen.

Den größten Fehler begeht natürlich der Spargelbauer, der die Stoppeln zwar herausnimmt, den Haufen aber neben seinem Feld liegen

Abb. 10. Abfallhaufen mit halbverkohlten Spargelstrünken, aus denen noch zahlreiche Fliegen schlüpften. Leica.

läßt. Auch diese Fälle sind leider keine Seltenheit. Wir brachten am 20. März 1931 etwa 23 cdm halbvermorschter Spargelstrünke von einem solchen Haufen in einen Zuchtkasten und erzielten daraus in kurzer Zeit (23. März bis 13. Mai) 150 Spargelfliegen. Fahrlässigkeit oder Unwissenheit schaffen hier also ähnliche Massenbrutstätten, wie sie etwa auch in vernachlässigten Wüstfeldern gegeben sind. Viel mühsame und gewissenhafte Arbeit auf der einen Seite kann durch derartige Versäumnisse auf der anderen Seite um ihren Erfolg gebracht werden.

Eine andere Frage ist es, ob Zeit und Arbeitskräfte ausreichen, das Entfernen und Vernichten der welkenden Pflanzenteile auch im größten Betrieb restlos durchzuführen. Die Antwort auf diese rein wirtschaftliche Frage kann nur aus der Praxis kommen, und da sie allzumeist verneinend ausfällt, müssen wir diese an sich wirksamste Vernichtungsmaßnahme eben durch direkte Bekämpfungsverfahren zu ergänzen suchen.

C. Folgerungen und Ausblicke.

Als Maßnahmen gegen die Fliege, die auch im großen Maßstab (oder gerade in diesem) in Betracht zu ziehen sind, haben wir kennen gelernt:

a) das Stechen sämtlicher Pfeifen bis zum Ende der Flugzeit,

b) die Abhaltung der Fliegen durch Mantelsaat oder Isoliermäntel (Schwetzinger Methode),

c) die chemische Bekämpfung durch ein schnell wirkendes Kontaktgift, wie Pomona D (Gießener Methode),

d) das rechtzeitige Entfernen und Verbrennen der befallenen Stengel bezw. Strünke, in welchen die Fliege als Puppe überwintert. (Diese Maßnahme könnte bei restloser Durchführung der Maßnahme a auf die noch nicht stechreifen Anlagen beschränkt bleiben, allein schon die Bekämpfung des Spargelrostes erfordert ihre allgemeine Durchführung).

Bei entsprechendem, lückenlosem Zusammenwirken von a und d müßte die Spargelfliege als Schädling bald verschwunden sein, da ihr einerseits die Möglichkeit zur Eiablage, andererseits diejenige zur Überwinterung als Puppe entzogen wäre. b ist gewissermaßen eine örtlich begrenzte Unterstützungsmaßnahme zu a, die aber nur eine den Schädling verdrängende, d. h. abhaltende Wirkung hat. Ebenso kann c, da ein wochenlanges Bestäuben auch nur für gewisse Felder in Betracht kommt, als örtlich begrenzte Unterstützungsmaßnahme zu d (beides ausgesprochene Vernichtungsmethoden) bezeichnet werden.

a und d als allgemeine, b und c als besondere Maßnahmen bieten bei geeigneter Verbindung den besten bis heute bekannten Schutz gegen die Spargelfliege. Kenntnis der örtlichen Verhältnisse und züchterische Erfahrung wird im Einzelfalle darüber entscheiden müssen, welche dieser Maßnahmen mit besonderem Nachdruck zu betreiben bezw. gegenüber den anderen zurückzustellen ist. Dafür maßgebend ist z. B. die relative Häufigkeit der Fliege an einem bestimmten Ort oder in einem bestimmten Jahr, das Gebundensein des Wirtschafters durch andere, vordringliche Arbeiten, das Vorhandensein oder Fehlen der nötigen Mittel und Arbeitskräfte, der physiologische Zustand der Spargelkulturen (ob ihnen etwa ein Stechen bis zum Ende der Flugzeit zugemutet werden kann oder nicht) u. dgl. m.

Gerade das Ineinandergreifen der verschiedenen Maßnahmen erscheint diesem Schädling gegenüber besonders wichtig.

Die Polizeivorschriften zur Bekämpfung der Spargelschädlinge in den einzelnen Ländern oder Kreisen (unter den Insekten ist darin lediglich die Fliege berücksichtigt) stimmen fast durchwegs in folgenden Punkten überein:

1. Die jungen Spargelanlagen (mit Einschluß der dreijährigen Pflanzungen) sind in den Monaten Mai bis August wöchentlich auf das Vorhandensein von Spargelfliegenbrut zu untersuchen. Ergibt sich Be-

fall, so sind die Stengel bis an die Krone abzuschneiden und sogleich an Ort und Stelle zu verbrennen. Als letzter Termin dafür wird meist der 15. August vorgeschrieben. (Die Einwände gegen den frühen Zeitpunkt dieser Maßnahme s. S. 320.)

2. Vor beendeter Erntezeit dürfen auch schwache Stengel auf stechreifen Feldern nie zum Schossen gelangen.

3. Das Spargelkraut auf allen Pflanzungen ist im Herbst unmittelbar an der Erdoberfläche abzumähen oder abzuschneiden und danach an Ort und Stelle zu verbrennen. Letzter Termin dafür in Hannover 1. Dezember, in Mainz 1. Januar, sonst meist 15. Dezember (auf noch nicht genutzten Anlagen 15. November).

4. Die nach dem Abschneiden in der Erde verbleibenden Stengelreste (Stubben, Strünke) sind im nächsten Frühjahr nach dem Herausgraben bis spätestens 5. April (übereinstimmendes Datum in den meisten Verordnungen) an Ort und Stelle zu verbrennen. (Über Vorschläge, diesen Termin ebenfalls weiter nach vorne zu verlegen, s. S. 321.)

Für Zuwiderhandlungen bestimmen fast alle Verordnungen eine Geldstrafe von 150 RM oder entsprechende Haft, daneben im Versäumnisfall Durchführung der angeordneten Maßnahmen durch Dritte auf Kosten der Verpflichteten.

Es bestehen also in den hauptsächlichen deutschen Spargelbaugebieten annähernd gleichlautende Polizeivorschriften, die sich durchwegs auf oben genannte Maßnahme d beziehen. Von manchen Seiten wird der Wunsch geäußert, die lokalen Verfügungen des Herausnehmens und Verbrennens der Spargelpflanzenreste zum Reichsgesetz erhoben zu sehen; einem solchen Schritt müßte aber erst die reichsgesetzliche Regelung des Pflanzenschutzes überhaupt vorausgehen.

* * *

Eine Bekämpfung der Schädlinge kann nur da sachgemäß durchgeführt werden, wo ihr Zweck und ihre Bedeutung klar erkannt ist. Voraussetzung hierfür wiederum ist möglichst umfassende Aufklärung. Uns sind auf Spargelfeldern im Starkenburgischen Arbeiter begegnet, welche von der Existenz der Spargelfliege überhaupt nichts wußten; andere wußten nicht, daß zwischen der Spargelfliege und dem Spargelkäfer ein Unterschied bestehe, und viele trifft man an, die jede auf eine Spargelpfeife sich niederlassende Fliege für eine Spargelfliege halten. Nützliche Aufklärungsarbeit hätte in den großen Spargelbaugebieten vor allem schon an den Schulen zu geschehen, ferner für die Erwachsenen in Vorträgen mit guten Lichtbildern und Aufzeigen der natürlichen Objekte während des Winters, wenn der größte Teil der landwirtschaftlichen Arbeit ruht. Als die geeignetsten Stellen, von denen solche Wintervorträge durch berufene Fachleute zu veranstalten wären, kommen die Hauptstellen und Bezirksstellen für Pflanzenschutz als das Bindeglied zwischen Wissenschaft und Praxis in Betracht.

* * *

Eine Frage von Bedeutung ist ferner diejenige der Organisation. Von ihr hängt es im wesentlichen ab, in welchem Umfang die erfolgreichen Bekämpfungsmaßnahmen ausgeführt werden können. Genossenschafts- oder Verbandsorganisation ermöglicht auch Sammelbestellungen von Bekämpfungsmitteln, Rückenschweflern usw., wodurch die chemische Bekämpfung der Fliege wie des Käfers wesentlich verbilligt, ja für den einzelnen in vielen Fällen überhaupt erst tragbar wird. Im Kampf gegen die Spargelkäfer ist diese Erkenntnis auch bereits durch gemeindliche Regelungen weitgehend in die Tat umgesetzt (Hessen).

* * *

Wege und Ziele künftiger Arbeit in der Spargelschädlingsbekämpfung sind vor allem: Erforschung weiterer Einzelfragen in der Biologie der Schädlinge, Fortschritte in den bereits bewährten Methoden und Ermittlung von neuen, insbesondere von kombinierten Methoden zur gemeinsamen Niederhaltung sämtlicher Hauptschädlinge (Fliege, Käfer, Rost).

Die anerkannteste unserer Maßnahmen gegen die Fliege, das Entfernen und Verbrennen des dürren Spargelkrautes, ist ja zugleich ein Mittel gegen die überwinternden Käfer und soll auch gegen den Spargelrost von Wert sein. Bei der chemischen Bekämpfung der Fliege mit Pomona D sind ebenso befriedigende Erfolge gegen die Käfer zu verzeichnen, doch stimmt der geeignetste Zeitpunkt für das Vorgehen gegen beide Schädlinge nicht ganz überein. Forschungen, die sich auf die kombinierte Bekämpfung aller Spargelschädlinge beziehen, verlangen die enge Zusammenarbeit von zoologischer und botanischer Seite.

Die auf Erforschung und Bekämpfung der Spargelschädlinge gerichteten Forderungen, wie sie vom gesamten deutschen Spargelbau erhoben werden, können um so besser erfüllt werden, je einheitlicher die dafür zur Verfügung stehenden Mittel verwendet werden. Die Förderung einer dazu geeigneten und örtlich günstig gelegenen Forschungsstelle, die alle ihre Kräfte auf das gestellte Problem richtet, verspricht dabei mehr Erfolg als die Verzettelung finanzieller Hilfen.

* * *

Zum Schluß sei noch auf das Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis bei den Versuchsanstellungen hingewiesen, eine Frage, die allerdings mehr psychologischer als technischer Natur ist. Der Praktiker ersehnt sich begreiflicherweise schnelle Erfolge; der Versuch wird von ihm als wirtschaftliche Maßnahme gewertet. Diese Wertung fällt „positiv" aus, wenn das Versuchsobjekt, der Schädling, wahrnehmbar getroffen wird. Das negative Versuchsergebnis entbehrt für ihn jedes Wertes. Es weckt vielmehr allzuleicht sein Mißtrauen gegen die „Theorie". Die Forschung dagegen hat jede

subjektive Blickrichtung auf das von der Wirtschaft ersehnte „Ziel" zu vermeiden. Erst aus dem Forschungsergebnis heraus fällt der Wirtschaft dieses Ziel, der Besitz einer wirksamen Bekämpfungsmöglichkeit, zu. Vom Standpunkt der Wissenschaft gesehen hat jeder Umweg, ja jeder Irrweg ähnlichen Wert wie der zum Erfolg führende. Der Erfolg darf ihre Mittel nicht bestimmen, sondern die Mittel müssen den Erfolg herbeiführen. Nur so erzielt sie objektiv haltbare und dauerhafte Ergebnisse. Dazu kann ihr aber die Praxis aus ihrer Arbeitsweise heraus weitgehende und notwendige Hilfe bieten, die freilich (bei Kontrollen usw.) in vollkommener Einordnung und Zweckausschaltung bestehen muß, wie umgekehrt die Forschung sich wieder mit den erarbeiteten Ergebnissen in den Dienst der Wirtschaft stellt.

Die Resultate von Laboratoriumsversuchen, Serienversuchen, Parzellenversuchen lassen sich nicht ohne weiteres auf den Großbetrieb übertragen. In vielen Fällen kann erst der Großversuch im Gelände, der bereits einer umfassenden wirtschaftlichen Maßnahme entspricht, die Entscheidung über die Brauchbarkeit eines Verfahrens bringen. Bringt er nicht das erhoffte praktische Ergebnis, so fällt dies in keiner Weise auf den Wert der aus der Schädlingsbiologie erschlossenen Methodik zurück. Denn er bleibt, unbeschadet seines Maßstabes, Versuch und damit eine Frage, von der man nicht weiß, ob die Natur sie mit „ja" oder „nein" beantwortet. Wüßte man dies bereits, dann wäre ja die Fragestellung und damit der Anteil der Forschung an dem gesamten Arbeitenkomplex überhaupt überflüssig.

Unter Umständen kann für die Durchführung eines Großversuches die Unterstützung durch behördliche bezw. polizeiliche Vorschriften nötig werden.

D. Mittel gegen die übrigen Schädlinge.

Gegenüber Spargelfliege und Spargelkäfer spielen alle übrigen tierischen Schädlinge der Spargelkultur eine untergeordnete Rolle. Fast ausschließlich handelt es sich in diesen Gelegenheitsschädlingen um beißende Tiere; pflanzensaftsaugende Insekten (und zwar hauptsächlich Rhynchoten aus den Gruppen der Zikaden, Schildläuse und Wanzen) wurden zwar auch vielfach an Spargel festgestellt (Dingler 28), aber meist nur in geringer, wirtschaftlich bedeutungsloser Zahl; ein großer Teil von ihnen wird auch nicht an *Asparagus officinalis,* sondern an anderen *Asparagus*-Arten angetroffen.

Die beißenden Insekten des Spargels lassen sich bekämpfungsbiologisch in zwei Gruppen teilen: an den oberirdischen und an den unterirdischen Pflanzenteilen lebende.

Zur ersten Gruppe gehört vor allem *Phyllopertha horticola,* sodann verschiedene Kurzrüßler (zu. B. *Philopedon plagiatus*), Canthariden, phytophage Carabiden, *Anomala aenea*; ferner Eulenraupen, wie *Agrotis pronuba, Mamestra oleracea, Calocampa exoleta.*

Die Bekämpfung dieser Gruppe wird, wenn überhaupt nötig, dadurch sehr erleichtert, daß ihre Fraßzeit sich größtenteils mit derjenigen der *Crioceris*-Arten deckt. Das Vorgehen gegen die Spargelkäfer mit Fraßgiften scheidet also praktisch auch diese Schädlinge aus. Bei einem Massenvorkommen von *Agrotis praecox* in einer Spargelanlage wurden nach M. Schmidt (24) die Raupen jede Nacht von 10—1 Uhr abgesammelt; der Erfolg war gut.

Die zweite Gruppe bilden die Erdraupen, dazu auch diejenige von *Hypopta caestrum*, ferner Engerlinge, Drahtwürmer und *Gryllotalpa vulgaris;* vielleicht auch Bibionidenlarven.

Ihre Bekämpfung ist nur im kleinen Maßstab durchzuführen und bietet, eben wegen der unterirdischen Lebensweise, größere Schwierigkeiten. Als Bekämpfungsmittel gegen diese Gruppe (vgl. Trappmann (26) sind zu nennen:

Engerlinge, Drahtwürmer, Erdraupen: Ätzkalk, Kainit, Kalisalze; Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff; Arsenkleieköder, Fluorkleieköder; Bodenbearbeitung, Hühnereintrieb.

Drahtwürmer: Fallen in Form von Kartoffelschnitten oder noch besser Salat, den sie bevorzugen sollen. Weite Mittel gibt das Drahtwürmer-Flugblatt der B. R. A. (2) an.

Hypopta caestrum: Grandi (13) empfiehlt Sammeln der Larven und Puppen im Boden oder Ausräucherung des Bodens mit Paradichlorbenzol.

Maulwurfsgrille: Giftköder (Pillen aus Mehl, Honig und Arsenik); Petroleum (Rüböl, Leinöl, Schmierseifenlösung) und Wasser in die Gänge gießen; Nester ausnehmen, Eier der Sonne aussetzen; Fangtöpfe so in den Boden eingraben, daß ihr Rand etwas unter die Oberfläche zu liegen kommt, und mit Brett bedecken; Werrenfallen verschiedener Konstruktion.

Auch die Schädlinge unter den Nagetieren lassen sich trennen in oberirdisch fressende (Hase, Kaninchen) und unterirdisch fressende (Wühlmäuse, Mäuse).

Als nützlich zur Abhaltung von Hasen- bezw. Kaninchenfraß haben wir kennen gelernt: Grubenpflanzung (vgl. auch meine Veröffentlichung 30), in den älteren Anlagen Isoliermäntel. Allenfalls kommt auch Verwitterung in Betracht. Bekämpfung: Abschuß, Frettieren, Fallenstellen.

Zur Vernichtung der unterirdisch lebenden Nagetiere dienen, wie ich auch an anderer Stelle (28) ausgeführt habe, Räucherapparate. Als Räuchermittel führt der Deutsche Pflanzenschutzdienst (7) an:

Name des Mittels:	Firma:
Delicia-Räucherpatrone	E. Freiberg, Chem. Fabrik Delitia, Delitzsch
Gastod-Patrone	F. G. Sauer, Augsburg
Hora-Räucherpatrone	Fahlberg-List-A. G., Magdeburg SO
Lepit-Gaspatrone	Ludwig Meyer, Mainz

Auf den Gebrauch der mannigfaltigen, widerlichen Giftköder für Nagetiere kann wohl verzichtet werden, da sie

1. auch andere Lebewesen direkt oder indirekt gefährden,

2. ihre Anwendung gerade auf dem freien Spargelfeld manche Bedenken erwecken muß,

3. uns andere, zuverlässige Mittel zur Verfügung stehen, die hier leichter anzuwenden sind als z. B. auf dem von dichtem Gestrüpp bedeckten Waldboden.

Zusammenfassung.

1. Bekämpfungsbiologisch bestehen grundsätzliche Unterschiede zwischen den Käfern, bei denen *„conditio damni"* und *„causa damni"* zusammenfallen, und der Fliege, bei welcher *„conditio damni"* (Eiablage) und *„causi damni"* (Larvenfraß) getrennt sind. Nur den Käfern gegenüber ist ein direkter Angriff auf die schädigenden Stadien möglich.

Das Problem der Käferbekämpfung kann daher als gelöst gelten, dasjenige der Fliegenbekämpfung ist noch umstritten.

2. Eine Übersicht über alle Bekämpfungsmöglichkeiten, gegliedert in I. vorbeugende pflanzenzüchterische Maßnahmen, II. unmittelbare Schutz- (Abhaltungs-) Maßnahmen und III. Vertilgungsmaßnahmen, wird gegeben.

3. Als erfolgreiche Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Spargelkäfer werden beschrieben

im kleinen: Absammeln mit verschiedenen Vorrichtungen; Abklopfen der Larven (eventuell in Verbindung mit Hühnereintrieb);

im großen: Chemische Bekämpfung mit Spritz- oder Stäubmitteln, unter denen die verstäubbaren Fraßgifte (arsenhaltig) den Vorzug verdienen; ferner Vernichten der Winterlager (Herausnehmen und Verbrennen der Spargelstrünke usw.).

4. Alle bisherigen — bewährten oder nicht bewährten — Maßnahmen gegen die Spargelfliege werden dargestellt. Als im kleinen anwendbar haben sich erwiesen: Frühzeitiges Stehenlassen und nachträgliches Vernichten einzelner Triebe, auf die die Fliegen zur Eiablage gelockt werden; Schutztüten aus Papier oder Cellophan; Absammeln der Fliegen am frühen Morgen; Ausstecken von Leimstäbchen. Für den Großbetrieb sind diese Maßnahmen völlig wertlos.

5. Als wirkame Mittel gegen die Fliege auch im großen Maßstab kommen in Betracht: Sinngemäßes Ausdehnen der Erntezeit bis zum Ende der Flugzeit; Abhaltung der Fliegen durch Mantelsaat oder Isoliermäntel (Schwetzinger Methode); chemische Bekämpfung am frühen Morgen durch ein schnell wirkendes Kontaktgift; rechtzeitiges Entfernen und Verbrennen der befallenen Stengel bezw. Strünke.

Entsprechende, von den örtlichen Verhältnissen und den verfügbaren Mitteln abhängige Kombination dieser Maßnahmen macht die Ausschaltung des schlimmsten Schadinsektes der Spargelkultur möglich.

6. Unsere eigenen Versuche zur chemischen Bekämpfung der Spargelfliege ergaben positives Ergebnis bei Bestäubung mit „Pomona D", einem nikotinhaltigen Kontaktgift.

7. Unter den Gelegenheitsschädlingen an Spargel sind die oberirdisch fressenden (Gartenlaubkäfer, Kurzrüßler, Eulenraupen u. a.) ebenso wie *Crioceris* zu bekämpfen; die unterirdischen Schädlinge (Engerling, Drahtwürmer, Maulwurfsgrille u. a.) mit den auch in anderen Betrieben gegen sie üblichen Mitteln.

Schutzmaßnahmen gegen Nagetiere (Hase, Kaninchen, Wühlmäuse, Mäuse): Grubenpflanzung, Isoliermäntel, Abschuß, Ausräucherung u. a.

8. Ausblicke und Forderungen für die Zukunft beziehen sich vor allem auf die Fortsetzung der Forschungsarbeit zur Vermehrung der Kenntnisse und Vervollkommnung der Methoden, Polizeivorschriften zur Durchführung erforderlicher Maßnahmen, Aufklärung, Organisation und Zusammenarbeit von Praxis und Wissenschaft.

Literatur.

1. Baunacke, W., Die Spargelfliege (*Platyparea poeciloptera* Schrk.). Die kranke Pflanze II. Jahrg. Nr. 6. Dresden 1925.
2. Blunck, H., Lebensweise und Bekämpfung der Drahtwürmer. Flugbl. Nr. 76 der B. R. A., 2. Aufl. Berlin 1930.
3. Böttner, J., Praktisches Lehrbuch des Spargelbaues. 8. Aufl. Frankfurt a. d. Oder 1929.
4. Chittenden, F. H., Notes on the asparagus beetles. U. S. Dept. of agr., Bureau of Ent. Bull. 66, I. Washington 1907.
5. — — The asparagus beetles. U. S. Dept. of agr., Bureau of Ent. Circ. 102. Washington 1908.
6. — — The asparagus miner (*Agromyza simplex* Löw.). U. S. Dept. of agr., Bureau of Ent. Circ. 135. Washington 1911.
7. Deutscher Pflanzenschutzdienst, Mittel gegen Pflanzenkrankheiten, Schädlinge und Unkräuter. Merkblatt 8/9, 7. Aufl. Berlin 1932.
8. Dingler, M., Niederhaltung, nicht Ausrottung! Forstw. Centralbl. 52. Jahrg., Heft 7/8. Berlin 1930.
9. — — Pariser Grün — Schweinfurter Grün. Anz. f. Schädlingsk. VII. Jahrg., Heft 3. Berlin 1931.
10. — — Chemische Bekämpfung der Spargelfliege. Anz. f. Schädlingsk. IX. Jahrg., Heft 1. Berlin 1933.
11. Eckstein, F., Über die Verwendung von Ködermitteln zur Schädlingsbekämpfung. Zeitschr. f. ang. Ent. Bd. XVIII. Berlin 1931.
12. Frohberg, Ratschläge für die Bekämpfung des Spargelhähnchens und des Spargelkäfers. Land und Frau 13. Jahrg., Nr. 28. Berlin 1929.
13. Grandi, G., *Hypopta caestrum* Hbn. Boll. lab. ent. Bologna III. Bologna 1930.
14. Huchel, A., Spargelfeinde. D. braunschw. Gemüsebauer 5. Jahrg., Nr. 1/2. Braunschweig 1928.
15. — — Bekämpfung der Spargelschädlinge. Altmärk. Ztg., Beilage zu Nr. 90. Osterburg 1932.
16. Jahnke, F., Was muß jeder Spargelbauer von den Spargelschädlingen und deren Bekämpfung wissen? Gemüsebauverein Niedersachsen. Altencelle 1931.
17. Krieg, H., Zur Bekämpfung der Spargelschädlinge. Die kranke Pflanze III. Jahrg., Nr. 6. Dresden 1926.

18. Laubert und Wilke, S., Spargelschädlinge und ihre Bekämpfung. Flugbl. Nr. 12 d. B. R. A., 4. Aufl. Berlin 1929.
19. Lesne, P., Nouvelles observations sur les moeurs et les dégâts de la mouche de l'asperge (*Platyparea poeciloptera* Schrank) aux environs de Paris. Compt. rend. des séances de l'Ac. d. Sc. 148. Bd. Paris 1909.
20. Lesne, P., La mouche de l'asperge. (Mit Bibliographie 1776—1909.) Ann. du serv. des Epiphyties. Paris 1913.
21. Lieber und Böhne, Versuche und Erfahrungen bei der Bekämpfung der Spargelfliege. Der fortschrittl. Landwirt 34. Jahrg., Nr. 40 u. 41. Karlsruhe 1932.
22. Saatzuchtanstalt d. Bd. Landw. Kammer, Zweigst. Schwetzingen, Die Spargelschädlinge und ihre Bekämpfung. Bad. Landw. Wochenbl. Nr. 48. Karlsruhe 1929.
23. Schmidt, E., Die Spargelfliege. Der Obst- und Gemüsebau 73. Jahrg., Heft 17. Berlin 1927.
24. Schmidt, M., Ein Massenvorkommen von *Agrotis praecox* L. in einer Spargelanlage. Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. 1/2. Berlin 1928.
25. Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. V. Bd.: Die tierischen Feinde, 2. Teil, von L. Reh. 4. Aufl. Berlin 1932.
26. Trappmann, W., Erprobte Mittel gegen tierische Schädlinge. Flugbl. Nr. 46 d. B. R. A., 11. Aufl. Berlin 1928.
27. Zillig, H., Spritz- und Stäubegeräte für den Pflanzenschutz. Flugbl. Nr. 89 der B. R. A. 2. Aufl. Berlin 1932.

Während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit ferner von mir erschienen:

28. Dingler, M., Die Tierwelt des Spargelfeldes. Ztschr. f. ang. Ent. Bd. XXI. Berlin 1934.
29. — — Die Spargelfliege (*Platyparea poeciloptera* Schrank.). Arb. phys. u. ang. Ent. Bd. I. Berlin-Dahlem 1934.
30. — — Über die pflanzenbaulichen Grundlagen zur Bekämpfung der Spargelschädlinge. Landw. Jahrb. 80. Bd. Berlin 1934.
31. — — Über unsere beiden Spargelkäfer (*Crioceris duodecim-punctata* L. und *Cr. asparagi* L.). Zeitschr. f. ang. Ent. Bd. XXI. Berlin 1934.
32. — — Die kleine Spargelfliege (*Melanagromyza simplex* Löw.). Anz. f. Schädlingsk. X. Jahrg., Heft 12. Berlin 1934.

Band XXII, Heft 3.

Originalaufsätze.

Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf die Entwicklung von Diprion (Lophyrus) pini L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels.

Von

Karl Gößwald.[1])

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München.)

(Ausgeführt mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft.)

(Mit 7 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

A. Einleitung, Vorbemerkungen 332
Material und Arbeitsmethoden 333
B. Untersuchungen über die Einwirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf *Diprion pini* L. 336
I. Äußere Erscheinungen als Folge der Einwirkung verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit 338
1. Primärer Nigrismus der *Diprion*larven als Folge der Einwirkung niederer Temperatur 338
2. Größe und Gewicht dur *Diprion*larven unter dem Einfluß verschiedener Temperatur 339
3. Temperaturbedingte Auswahl des Einspinnortes der *Diprion*larven . . . 340
4. Feuchtigkeitsbedingte Färbung der Kokons 341
II. Der Einfluß der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung der untersuchten Blattwespenart 342
1. Die Eientwicklung 343
a) Die Entwicklungsfähigkeit der Eier in Abhängigkeit von verschiedener Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit 343
b) Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier 344
2. Die Larvenentwicklung 345
a) Das Eilarvenstadium 347
b) Das gesamte Fraßlarvenstadium 348
aa) Die Entwicklungsfähigkeit der Larven bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit 349
bb) Die Entwicklungsdauer und Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven 351

[1]) Zur Zeit Berlin-Dahlem, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

Seite
c1. Versuch über den Einfluß alternierender Temperatur im Vergleich zur konstanten, begonnen mit Larve 1 352
c2. Versuch über den Einfluß alternierender Temperatur, begonnen mit Larvenstadium 2 354
c3. Versuch über den Einfluß alternierender Temperatur, begonnen mit dem letzten Fraßlarvenstadium 354
d) Einfluß alternierender Luftfeuchtigkeit im Vergleich zu konstanter . 355
3. Die Empfindlichkeit der einzelnen Larvenstadien 356
4. Die Entwicklungsdauer der einzelnen Fraßlarvenstadien 357
5. Zusammenfassung der Ergebnisse des Fraßlarvenstadiums 358
6. Das Kokonstadium 360
a) Die Entwicklungsfähigkeit bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit 362
b) Die Entwicklungsgeschwindigkeit des Kokonstadiums 363
7. Geschlechtsverhältnis 367
8. Überliegen des Kokons 368
9. Zusammenfassung der Ergebnisse des Kokonstadiums 369
10. Zur Frage nach dem kritischen Stadium 370
11. Zur Frage der Generationenzahl 372
12. Über die „Unnatürlichkeit" der Laborversuche 374
13. Über die Ursachen der Massenvermehrung 375
14. Die Bekämpfung von *Diprion pini* L. 378
C. Zusammenfassung der Ergebnisse 379
Literatur 382

* * *

A. Einleitung, Vorbemerkungen.

Die gemeine Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion pini* L. tritt in Kiefernbeständen vorwiegend jüngeren Alters zeitweise in solchen Massen auf, daß die Bäume kahl gefressen werden. Von den ungeheuren Larvenmassen gibt Rettich (1928) ein sehr anschauliches Bild. Nach seinen Beobachtungen wanderten bei der Blattwespenkalamität in Baden im Jahre 1927 die Larven zu Tausenden und aber Tausenden an den kahl gefressenen Bäumen auf und ab und sammelten sich am Boden in so dichten Massen, daß die untersten Lagen erstickten. Wenn auch die Blattwespenkalamität oft schon in einem Jahr beendigt ist, und die Kiefern wieder austreiben, so entsteht doch der Hauptschaden erst nachträglich durch sogenannte sekundäre Schädlinge, vor allem aus der Familie der Coleopteren, welche in die bereits geschwächten und narbenbedeckten Kiefern eindringen und so imstande sind, diese im Laufe von einigen Jahren vollends zu vernichten. Besonders wegen dieser Vorarbeit für die sekundären Schädlinge stellt die Blattwespenkalamität eine große Gefahr für den Wald dar, und es ist daher angebracht, der Ursache des Massenwechsels dieser Waldverderber auf den Grund zu gehen. Da zudem Blattwespen speziell auf ihre ökologischen Eigenschaften wenig unter-

sucht worden sind, ist ein Studium dieser Frage um so erwünschter.[1]) Gerade *Diprion pini* L. bietet wegen seiner unbestimmten Generationenzahl, vor allem auch wegen der Erscheinung des Überliegens und des plötzlichen Auftretens und eben so schnellen Verschwindens der Kalamität ein sehr interessantes Objekt für Untersuchungen ökologischer Art.

Es sei mir gestattet, Seiner Magnifizenz, Herrn Geheimrat Univ.-Professor Dr. Karl Escherich, meinem hochverehrten Lehrer, aufrichtig und herzlich zu danken für die rege Anteilnahme und Unterstützung bei der Arbeit und ebenso der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, welche mir die folgenden Untersuchungen ermöglichte.

Material und Untersuchungsmethoden.

Die *Diprion pini* L. Larven wurden Ende Juli 1933 in einer Kiefernschonung des Forstenrieder Waldes (Nähe München) gesammelt. Fast alle befanden sich im letzten (V.) Fraßstadium. Der Kiefernbestand war etwa 10—15 Jahre alt. Die Larvennester waren zwar nicht selten, aber man mußte immerhin etwa eine Viertelstunde für den Fund eines Nestes rechnen. Der Gesundheitszustand der Larven war einwandfrei gut. Von einigen hundert Larven waren etwa 10 parasitiert (8 Ichneumoniden, 2 Tachinen). Im darauffolgenden Jahr konnte trotz genauen Suchens kein einziges *Diprion*nest mehr gefunden werden. Vielleicht waren nachträglich die Tönnchen noch parasitiert, bezw. von Nagern und Vögeln gefressen worden; daß sämtliche Nester gefunden worden waren, ist nicht gut anzunehmen.

Zur Nachbestimmung der Imagines benutzte ich die sehr übersichtliche Arbeit von Enslin (1916). Die Larven, mit denen der Versuch angesetzt wurde, hatten alle ein helles Kolorit, die Zeichnungen variierten. Dunkle Exemplare, die Scheidter (1926) aus der Umgebung von München erwähnt, konnten 1933 nicht gefunden werden.

Die aus dem Freiland eingebrachten Larven wurden in einem großen Gazekäfig weiter gezüchtet und die jeweils eingesponnenen Larven sofort dem Serienversuch ausgesetzt. Dieser umfaßte (wenn nichts Besonderes erwähnt) sieben Temperaturstufen von 10—25 ° C und sieben Luftfeuchtigkeitsstufen von 0—100 % relativer Luftfeuchtigkeit (mit je 30 Individuen, also zusammen zur Untersuchung des Kokonstadiums 1470 Tiere). Die Regulation der Temperatur und Luftfeuchtigkeit erfolgte in der von Zwölfer (1932) beschriebenen Methode (Brückenthermostat, Regulation der Luftfeuchtigkeit mit konzentrierten Salzlösungen). Die im folgenden Jahr ausschlüpfenden *Diprion*imagines wurden jeden Tag notiert. Zur Eiablage wurden die Wespen in

[1]) Nach Abschluß der Arbeit erschien eine Veröffentlichung von Schönwiese (1934) über *Lophyrus sertifer* Geoffr., welche allerdings nur das Eistadium, das bei dieser Art überwintert, experimentell im Laboratorium auf Temperatur- und Feuchtigkeitsempfindlichkeit prüft; von den übrigen Entwicklungsstadien liegen Berechnungen aus dem Freiland vor.

Glasglocken gebracht (25 cm hoch, 12 cm breit, oben abgerundet), ein einjähriger Kiefernzweig befand sich darin stehend in stets frischem Wasser. Der Boden war mit Filtrierpapier ausgelegt. Die Eiablage erfolgte in der Glasglocke sehr gut, auch Begattung wurde wiederholt beobachtet. Die Luftfeuchtigkeit war in den Glasbehältern stets sehr hoch, infolgedessen konnten sich die Eier sehr gut entwickeln. Ein Auflegen der belegten Nadeln auf feuchtes Filtrierpapier (vgl. Eliescu 1932) ist somit nicht nötig. Auf die praktische Verwendung von Glaszylindern, womöglich mit zwei aufeinander gestellten Einmachgläsern, weist bereits Enslin (1918) hin. Da zu ökologischen Untersuchungen *Diprion*eier in kleinere Versuchsschalen gebracht werden mußten, wurden in einige Glasglocken kleine Zweigchen gestellt, die selbst wieder in kleinen wassergefüllten und mit Kork abgedichteten Kölbchen standen, so daß die Eier sofort nach ihrer Ablage für den Serienversuch gebrauchsfertig waren. Auch hier wurden sehr gute Erfolge erzielt, sowohl was Eiablage, wie Entwicklung der Eier anbelangt. In den Versuchen mit hoher Temperatur und niedriger Luftfeuchtigkeit mußte das Wasser einige Male täglich ergänzt werden, um die Nadeln während der Entwicklungsdauer der Eier frisch zu erhalten. Bei extrem trockener Luft ist dies nicht möglich, und die Eier vertrocknen daher mitsamt den Nadeln, in die sie eingelegt sind. Da die Eier sich in geschützter Lage in den Kiefernnadeln befinden, und obendrein noch zugekittet sind, ist das Versuchsobjekt also nicht eigentlich der umgebenden Luftfeuchtigkeit ausgesetzt; auch wird der von den Salzlösungen erzeugte Luftfeuchtigkeitsgrad durch die Wasserabgabe der Nadeln etwas beeinträchtigt. Dieser Umstand ist stets zu berücksichtigen. Aber die Versuche sollten auch im Laboratorium so durchgeführt werden, daß sie den Verhältnissen im Freien möglichst nahekommen und Vergleiche zu dem Einfluß der umgebenden Luft gezogen werden können. Auch hier geben ja die Nadeln Wasser ab, und das Ei lebt nicht in der in den Baumkronen herrschenden Luftfeuchtigkeit, sondern in seinem eigenen Mikroklima. Die Zahl der Eier in dem Serienversuch betrug rund 2000.

Bei der Aufzucht der Larven, die nicht dem Eiserienversuch, sondern den Reservezuchten in den Glaszylindern jeweils frisch geschlüpft entnommen wurden, sind eine ganze Reihe von Faktoren zu berücksichtigen, von denen der Erfolg der Versuche abhängt. Der Reservebestand wurde weiter in den Glasglocken aufgezogen und gedieh in diesem für *Diprion* sehr brauchbaren Zuchtraum ausgezeichnet. Es bedurfte hier fast gar keiner Pflege. Demgegenüber zeigten sich die Larven in den Zuchtschalen des Reihenversuches zum Teil recht empfindlich. Da die Wahl des Zuchtgefäßes sich von größter Bedeutung für die Aufzucht von *Diprion* erwies, ist es nötig, darauf etwas ausführlicher Bezug zu nehmen. Zur Verwendung gelangten die von Zwölfer (1932, S. 150, Fig. 9 c) beschriebenen Modelle. Die ersten Versuche wurden mit einer mittelgroßen Schale durchgeführt (Zuchtraum etwa 9 cm breit

und 2 cm hoch). Die Eier entwickelten sich hier sehr gut, dagegen zeigten die Larven hier eine sehr hohe Sterblichkeit, wahrscheinlich bedingt durch Bakteriosen, obwohl reichlich Platz für die kleinen Larven war, und die Tiere doch meist gesellig an wenigen Nadeln konzentriert zusammenleben. Die Zahl der Versuchstiere in jedem Einzelversuch betrug stets 30.[1]) Möglicherweise war die Ursache der hohen Sterblichkeit darin zu suchen, daß in dem doch relativ kleinen Raum die Nadeln an die Rinde gepreßt wurden, so daß die Rinde den Larven nur schwer zugänglich war. Es wurden daher kleine entnadelte Kiefernzweigstückchen mit in die Schalen gegeben; die Larven machten nun von der gebotenen bequemen Fraßmöglichkeit an der Rinde reichlich Gebrauch. Die Zweigstückchen waren, ebenso wie das andere Futter aus frischen Kiefernzweigen jeden Tag neu vorgesetzt worden. Das benadelte Zweigstückchen stand stets in frischem Wasser, die Rindenstückchen waren zur besseren Frischhaltung an beiden Enden mit Paraffin abgedichtet. Die Sterblichkeit der Larven verrringerte sich nach der Zugabe der Rindenstückchen merklich, stand aber bei allen Stufen des Serienversuchs noch weit über den bei den Reservebeständen beobachteten Todesfällen, die in den bereits beschriebenen Glasglocken aufgezogen wurden. Demnach mußte es noch an der Technik fehlen. Der ganze Serienversuch wurde nun mit größeren Schalen des gleichen Modells wiederholt, welche einen Breitendurchmesser von 13 cm hatten und ebenfalls wieder 2 cm Höhe. Hier gediehen nun die Larven sehr gut, eine größere Anzahl von Versuchen wurden vom Eilarvenstadium bis zum Einspinnen ohne einen einzigen Verlust durchgeführt, was immerhin ein Beweis dafür ist, daß die Methodik für diesen Zweck genügte. Was nun eigentlich schuld ist an dem besseren Gedeihen der *Diprion*larven in größeren Zuchtgefäßen, läßt sich noch nicht klar erkennen; für andere Versuchstiere, z. B. für Lepidopterenraupen, haben sich auch die kleineren Versuchsschalen, wenigstens für jüngere Stadien als sehr brauchbar erwiesen. Vielleicht sind gerade Blattwespenlarven gegen Kohlensäureanreicherungen besonders empfindlich, welche sich in einem größeren Raum besser verteilen. Daß die Gefäße peinlich sauber gehalten und jeder Kot und Nahrungsrest täglich entfernt wurde, versteht sich von selbst. Die Größe des Raumes scheint auf jeden Fall gegenüber der Bedeutung des Rindenfraßes wichtiger für das Gedeihen der Larven zu sein. Ein orientierender Versuch, in dem die Blattwespenlarven teilweise nur mit Nadeln, zum anderen Teil nur mit Rinde gefüttert wurden, scheint diese Annahme zu bestätigen. Nur die ersteren gelangten zum Einspinnen. In diesem Zusammenhange ist eine Feststellung von Fintelmann (1839) von Interesse. Dieser Autor be-

[1]) Zwei Serienversuche wurden durchgeführt, die Berechnungen beziehen sich also auf eine Ausgangspopulation von rund 3000 Larven, wovon bis zum Einspinnen insgesamt 30 % starben, in optimalen Bereichen war überhaupt kein Sterbefall zu verzeichnen.

obachtete, daß die Larven, welche im Übergang zum nächsten Stadium begriffen sind, sich von der Gesellschaft absondern; zur Häutung ist es aber nötig, daß sie über eine Nadel als Unterlage verfügen, auf glatter Fläche gelingt die Häutung nur sehr schlecht und führt häufig zum Tode. In den mittelgroßen Schalen nun sonderten sich die Larven, um ungestört sein zu können, zur Häutung vollständig von dem Kiefernzweigstückchen ab und begaben sich auf den Glasbatist; mit aller Gewalt zwängten sie sich dann hier unter den Glasrand, vermutlich um einen festen Halt zu gewinnen. Aber nur in wenigen Fällen konnte die Häutung in dieser Lage gut zu Ende geführt werden, meist starben die Larven ab. Wurden nun die großen Schalen verwendet, dann waren die Larven nicht zur Abwanderung von den Kiefernnadeln gezwungen, da das Zweigstückchen groß genug war, daß sie sich ungestört auf entferntere Nadeln zurückziehen konnten. Der ungewohnte Untergrund fällt also hier bei der Häutung als Todesursache weg.

Von größter Bedeutung ist auch die Wahl des Futters; dieses wurde für den Versuch stets von dem gleichen Standort besorgt, an dem die Eltern der Larven gefressen hatten. Kiefernnadeln der gleichen Art, aber in einer anderen Richtung der Umgebung von München gewachsen, bedingten unter gleichen Verhältnissen eine hohe Sterblichkeit der *Diprion*larven, obwohl gerade dieses Futter sich für die Aufzucht mancher Lepidopterenraupen sehr gut eignete; aber auch innerhalb der Familie der Lepidopteren wurden solche Unterschiede in der Wahl des Futters festgestellt. Die Frage des Einflusses des Futters auf die Schadinsekten scheint noch ein sehr aussichtsreiches Problem zu sein; allerdings werden sich solche Versuche am besten nur in einer Feldstation durchführen lassen, in deren Nähe gleich die Futterquelle zu finden ist. Zudem sind Vergleiche nur innerhalb eines Jahres an gleichaltrigem Futter gestattet, um Standortsverschiedenheiten zu ergründen.

Die Übertragung der Larven auf frisches Futter erfolgte derart, daß die alten Nadeln, auf denen die Larven gewöhnlich in größerer Zahl zusammensaßen, abgeschnitten und auf das neue Futter gelegt wurden. Zu einer selbständigen Überwanderung von dem gebrauchten Futter auf das frische waren die Larven meist nicht zu bewegen, da das alte Futter noch zu gut war und doch grundsätzlich jeden Tag frisches Futter vorgesetzt werden sollte. Wenn man aber die Nadeln abtrennte, dann trockneten diese in kürzester Zeit ein, und die Larven gingen dann von selbst auf das frische Futter über. Gefüttert wurden stets einjährige Triebe. Der Gebrauch eines weichen Pinsels, der dann sehr vorsichtig gehandhabt werden muß, läßt sich nicht immer vermeiden. Bei alten Larven genügt eine Federpinzette.

B. Untersuchungen über die Einwirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Diprion pini L.

Temperatur und Feuchtigkeit sind zwei sehr wesentliche Faktoren in der ökologischen Umgrenzung einer Art. Irgendwie werden in den

meisten Fällen Verbreitung und Massenwechsel von ihnen beeinflußt, wenn auch manchmal auf sehr weiten Umwegen. Dabei muß zugegeben werden, daß durchaus nicht bei allen Schädlingen die Temperatur der wichtigste Faktor ist, andere Faktoren können weitaus dominieren, wenn sie in der Wirkung der Zahl nach auch nicht so bedeutend scheinen. So hebt vor allem Escherich wiederholt (vgl. z. B. 1913, 1914 u. 1931) den ganz hervorragenden Anteil der Parasiten an dem Massenwechsel der Insekten hervor.

Von einer quantitativen Erfassung der Umwelteinflüsse, wenn eine solche überhaupt möglich sein wird, sind wir heute noch sehr weit entfernt, da wir noch nicht einmal alle Faktoren auch nur annähernd qualitativ erfaßt haben. Vor allem ist noch zu beweisen, ob die Ergebnisse des doch immerhin einseitigen Laboratoriumversuches sich ohne weiteres, wie es bisher schon geschehen ist, auch auf das Freiland übertragen lassen. Hier herrschen doch vielfach ganz andere, im Laboratorium unkrontrollierbare Verhältnisse. Ein Problem für sich ist der Unterschied der täglichen Schwankungen, allein der Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Vergleich zu den konstanten Bedingungen im Laboratorium, ebenso der Unterschied der Einwirkung der Strahlungswärme im Vergleich zur Schattenwärme des Laboratoriums. Auch Versuche über künstliche Schwankungen können den natürlichen nicht annähernd gleichkommen. Noch wichtiger ist aber der Gegensatz zwischen dem Makroklima, das vielfach zum Vergleich und zur Feststellung von Verbreitungsgrenzen herangezogen wird bei der Gegenüberstellung zu den tatsächlich herrschenden Verhältnissen in dem eigentlichen engeren Lebensraum der Tiere. Allerdings wird das Mikroklima durch das Makroklima beeinflußt, aber beide allein bedeuten für die Verbreitung einer Art nichts, wenn sie sich nicht vorteilhaft ergänzen (vgl. hierzu Gößwald 1932, S. 138). Ein weiteres sehr vordringliches Problem ist die Frage nach dem Verhalten von ökologischen Rassen. Die gleiche Art kann an verschiedenen Standorten sehr verschiedene Neigungen haben, ebenso die gleiche Art am gleichen Standort wichtigen ökologischen Schwankungen unterworfen sein. Wenn trotzdem die Blattwespe *Diprion pini* L. auf ihre Reaktionsweise gegenüber Temperatur und Luftfeuchtigkeit untersucht wurde, so geschah dies in der Annahme, daß es gelingen würde, doch wenigstens die Hauptursachen der Blattwespenkalamitäten in diesem Zusammenhang zu erfassen. Auf Festlegung eines Entwicklungsnullpunktes und dergleichen oder genauer Verbreitungsgrenzen als Folge von Klimadaten, auf Prognosestellungen auf Grund von Temperaturbeobachtungen und überhaupt auf jedes mathematische, quantitative Erklären biologischen Geschehens soll grundsätzlich verzichtet werden, da, wie bereits angedeutet, die Voraussetzungen für eine wahrheitsgetreue praktische Verwertbarkeit noch fehlen.

I. Äußere Erscheinungen als Folge der Einwirkung verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Die Versuche über die Einwirkung verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf *Diprion pini* L. waren, abgesehen von den später zu besprechenden entwicklungsphysiologischen Unterschieden, auch von einigen, mehr auf den äußeren Habitus und auf äußerlich wahrnehmbare Reaktionen sich erstreckende Folgeerscheinungen begleitet; solche sind: Farbwechsel der Larven, Größe der Larven, temperaturbedingte Auswahl des Einspinnortes und feuchtigkeitsbedingte Farbe der Kokons. Diese Erscheinungen sollen wenigstens kurz besprochen werden, da sie ein Ausdruck ökologisch-physiologischer Vorgänge sind.

1. Primärer Nigrismus bei den Diprionlarven als Folge der Einwirkung niederer Temperatur.

Besonders auffällig ist in den Versuchen ein Farbwechsel der *Diprion*larven, welcher vor allem durch Temperaturunterschiede, in geringerem Maße durch Luftfeuchtigkeit bedingt ist. Von 30—16 ° C zeigten sich sämtliche Larven hell, nur mit geringen Unterschieden in der Zeichnung, wie sie bei *Diprion pini* regelmäßig vorkommen. Bei 12 ° C machte sich bereits eine leichte Trübung bemerkbar. In einigen Sonderversuchen waren Larven des IV. und V. Stadiums, die sich bisher in einer Umgebungstemperatur von 20—25 ° C befunden hatten, und hier normal gefärbt waren, einer niedrigen Temperatur von 3—5 ° C ausgesetzt worden. Hier ergab sich nun eine ganz auffällige Schwarzfärbung der Larven, besonders intensiv bei hoher Luftfeuchtigkeit. Nicht alle Larven waren ausgeprägt dunkel. Die größere Zahl (von 60 Versuchstieren 50) zeigte eine fast tiefschwarze Rückenfärbung, 6 waren grau, und nur 4 hatten sich fast normal hell erhalten. Der Vorgang der Schwarzfärbung ist reversibel: überträgt man die Tiere wieder in eine höhere Temperatur, dann verschwindet die Schwarzfärbung, und die Larven sind wieder normal hell. Durch längeres Hungern wird das Reaktionsvermögen beeinträchtigt.

Nach der von P. Schulze (aus Hering 1926) aufgestellten Definition für Schwarzfärbungen von Lepidopterenimagines liegt Nigrismus im engeren Sinn vor, und zwar primärer Nigrismus. Dieser ist dadurch gekennzeichnet, daß die Schwarzfärbung auf Zeichnungsanlage beruht. Bei den *Diprion pini*-Larven erstreckt sich die Schwarzfärbung charakteristisch scharf abgegrenzt nur auf den Rückensattel, sie reicht bis an die Seitenwülste, die Seitenflecke (vgl. Scheidter 1926) liegen noch im Bereich der Schwarzfärbung, die Semikolonzeichnung nicht mehr. Die ganze Unterseite ist ebenfalls hell geblieben. Dagegen zeigt auf der Oberseite nur das erste Segment hinter dem Kopf einen hellen Streifen. Der im ganzen genommen braune Kopf ist auf der Vorderseite mit größeren

schwarzen Punkten durchsetzt (wie bei manchen hell gebliebenen Exemplaren). Der primäre Nigrismus beruht nach P. Schulze auf einer verstärkten Chromogenanlagerung. Er hat seine Grundlage bei den Lepidopterenimagines bereits im frühesten Puppenstadium und tritt häufig bei Kälteexperimenten auf. Auch in der Entstehungsursache würde sich demnach eine Übereinstimmung mit den *Diprion*larven ergeben, die ebenfalls niedriger Temperatur ausgesetzt worden waren. Dabei ist allerdings zu bemerken, daß es sich bei *Diprion* um ein Larvenstadium handelt, der Fachausdruck „primärer Nigrismus" jedoch für Imaginalstadien von Lepidopteren aufgestellt wurde. Bei *Diprion*larven kann zudem Wiederholung des Farbwechsels eintreten, sobald die Temperatur sich wieder ändert, während bei Lepidopterenimagines der Nigrismus auf einer bestimmten Disposition des Puppenstadiums beruht und dann konstant bleibt. Die physiologischen Vorgänge der Schwarzfärbung sind demnach teilweise grundsätzlich verschieden; immerhin zeigt der hier beobachtete larvale Nigrismus so auffallende Übereinstimmung mit den Symptomen des primären Nigrismus der Lepidopterenimagines, daß der Fachausdruck beibehalten wurde.

Ökologische Bedeutung kommt dem Nigrismus insofern zu, als er ein Ausdruck des Klimas oder Wetters sein kann. Scheidter (1926) erwähnt, daß in der Umgebung von München schwarze Formen häufig sind. Nun zeichnet sich gerade München vor vielen anderen Verbreitungsgebieten der Blattwespenart häufig durch naßkaltes Wetter aus. Die Frage nach dem Einfluß des Klimas auf die Schwarzfärbung, die bereits von Scheidter (1926) aufgeworfen wird, scheint sich demnach zu bestätigen. Erblich ist die Schwarzfärbung nach dem oben Besprochenem nicht. Es wurde bereits erwähnt, daß im Jahre 1933 in der Umgebung von München nur helle Exemplare gefunden werden konnten.

Fintelmann (1839) hat beobachtet, daß im Freien die Färbung der Larven des morgens dunkler ist als am Mittag. Die Unterschiede sind um so auffallender, wenn der Temperaturgegensatz groß ist. Dieser aufmerksame Beobachter bringt damit in Zusammenhang die Tatsache, daß der Unterschied zwischen Körper- und Lufttemperatur des morgens größer ist als mittags.

2. Größe und Gewicht der Diprionlarven unter dem Einfluß verschiedener Temperatur.

Auch bei *Diprion pini* ist, wie bereits von Lepidopteren bekannt, die Größe und das Gewicht der Larven und Puppen durch die Temperatur bedingt, in der die Larven aufgezogen wurden. Zum Vergleich wurden die Larven vor dem Einspinnen (also das VI. Stadium, welches nicht mehr frißt und sich daher am wenigsten verändert) gewogen. Das Gewicht schwankte zwischen 0,11 g bei 27 °C (bei höheren Temperaturen nahm das Gewicht wieder ab) und 0,08 g bei 12 °C, und zwar handelt es sich bei

den gewogenen Tieren ausschließlich um Männchen. Das Gewichtsmaximum liegt nicht im Bereich des Überlebensoptimums (dies bei etwa 17 ° C) sondern höher, da die Larven bei höherer Temperatur noch mehr fressen (vgl. Görnitz 1933). Allerdings ist bemerkenswert, daß gerade bei 27 ° C, also im Bereich des größten Gewichtes der Larven, das Mortalitätsdiagramm (S. 349) noch einmal eine auffallende Ausbuchtung, also besondere Widerstandsfähigkeit der Larven aufweist. Es ist nun wahrscheinlich, daß die Gewichtserhöhung der Larven zugleich eine Erhöhung der Fruchtbarkeit der Imagines zur Folge hat, und es ist hier noch nicht zu entscheiden, welcher Faktor bei *Diprion* die größere und entscheidende Rolle bei einer Massenvermehrung spielt. Aus dem Freiland liegen auch hier wieder sehr interessante Beobachtungen von Fintelmann vor. Für das Jahr 1833 ergab sich ein Temperaturmittel der Monate Juli und August von + 12 ° R, 1834 dagegen + 17 °; dazu war die Witterung 1834 noch viel beständiger. Der Größenunterschied zugunsten der Larven 1834 war mit bloßem Auge deutlich sichtbar.

3. Temperaturbedingte Auswahl des Einspinnortes der Diprionlarven.

Das Einspinnen war im Laboratorium in den Reservezuchtbehältern unregelmäßig, teils in den Nadeln, an der Rinde, zum größeren Teil am Boden (Filtrierpapier). In den Versuchszuchtgefäßen, die serienweise verschiedener Temperatur ausgesetzt waren, spannen sich bei höheren Temperaturgraden fast sämtliche Larven in den Nadeln, zum Teil am Deckel des Gefäßes, weniger häufig am Boden (Glasbatist) ein. Bei mittlerer Temperatur (etwa 20—16 ° C) zeigte sich keine Regelmäßigkeit, bei niederer Temperatur (14 und 12 ° C) jedoch spannen sich die meisten Larven am Boden fest. An sich scheint der Unterschied in der Wahl des Ortes beim Einspinnen belanglos; nun stellte sich aber heraus, daß bei den Reservebeständen von den wenigen Imagines (nur Männchenversuch), die geschlüpft waren, prozentual die meisten bei den oben in den Nadeln festgesponnenen Kokons auskamen, unten nur wenige. In dem Serienversuch schlüpften nur ganz wenige in den höheren Temperaturstufen, bei den mittleren und niederen gar nichts. Nun ist aus Freilandbeobachtungen bekannt, daß in Gegenden, in denen zwei Generationen vorzukommen pflegen, die erste Larvengeneration sich in den Zweigen und Nadeln einspinnt, die zweite dagegen an geschützten Orten unter der Rinde oder am Fuß der Bäume in Moos und Erde sich begibt. Es liegt daher die Frage nahe, ob nicht die Temperatur der letzten Woche vor dem Einspinnen der ersten Generation ausschlaggebend ist: erstens für die Wahl des Einspinnortes, zweitens für die Entscheidung, ob noch eine zweite Generation schlüpft oder ob die Larven bis zum nächsten Frühjahr überliegen. Durch eine höhere Temperatur könnten die Larven, wie der Laboratoriumsversuch anzunehmen nahe legt, veranlaßt werden, sich frei in

den Nadeln einzuspinnen, durch kalte dagegen den Boden als niedrigere und eine während der Einspinnzeit geschützte Region aufzusuchen. Die Folge wäre wieder, daß den in den Zweigen eingesponnenen Larven im Laufe der folgenden Entwicklungszeit mehr Wärme zur Verfügung steht, welche den Anstoß zur sofortigen Entwicklung gibt, während die Temperatur der am oder im Boden ruhenden Larven hierzu gering ist, selbst wenn diese gerade während der Einspinnzeit sogar höher gewesen sein sollte als oben. Es wäre somit die Wahl des Einspinnortes, bedingt durch die während der Einspinnzeit herrschende Temperatur, ein ökologischer Faktor, der entscheidend für eine Massenvermehrung von *Diprion* sein kann. Exakt nachzuweisen wären solche Versuche an *Diprion*populationen, die aus Gegenden stammen, in denen normalerweise zwei Generationen vorkommen, da bei diesen die Anlage zur Auswahl des Einspinnortes in Abhängigkeit von der Temperatur besser ausgeprägt zu sein scheint, als bei Stämmen, welche wie die aus der Umgebung von München in der Regel nur eine Generation haben dürften. Diprion pini gehört zu den Arten, bei denen die Variationsbreite der Entwicklungszeit sehr groß ist, wenn auch bereits Anzeichen für die Heranbildung ökologischer Rassen vorhanden sind.

4. Feuchtigkeitsbedingte Färbung der Kokons.

Die Kokons wiesen alle Übergänge vom dunkelsten Braun bis zu Lichtgrau auf. Wie bereits Przibram (1924) gezeigt hat, ergeben Kokons, die stets trocken gehalten wurden, eine helle Färbung, während mit zunehmender Feuchtigkeit die Farbe immer mehr in das Braune übergeht. Bei den einzelnen Temperaturstufen zeigten sich keine auffallenden Unterschiede, die Färbung scheint demnach in der Hauptsache durch die Feuchtigkeit bedingt zu sein.[1])

Przibram hat folgende Erklärung für die Schwarzfärbung: „Da im Freien bei großer Feuchtigkeit die meisten Gegenstände dunkel, bei großer Trockenheit hell erscheinen, so dient der Dopagehalt dieser Kokone zu einer Anpassung der Helligkeit des Untergrundes.“ Der Farbunterschied ließe sich auch so erklären, daß er zur Regulation der Wärmeaufnahme dient, in gleicher Weise bei den Larven, wie bei den Kokons; jedesmal finden sich die dunklen Formen in feuchtkalter Umgebung, die hellen dagegen in trockenwarmer. Durch die dunkle Farbe wird die Wärme besser absorbiert. Besonders für Individuen der Wintergeneration, welche sich an trockenen Plätzen etwa in Rindenspalten eingesponnen haben, würde die helle Farbe zugleich auch einen Schutz gegen die Einwirkung schroffer Temperaturgegensätze bei Tag und Nacht sein. Aber all das sind nur Vermutungen, die sich wohl

[1]) Über die Spinndrüsen von *Diprion pini* siehe Eliescu, 1932, über das Spinndrüsensekret (3,4 = Dioxyphenilalalin [Blochs Dopa]), das nach Wasseraufnahme Melanin bildet, und die Braunfärbung hervorruft, siehe Przibram (1924).

physiologisch begründen, aber nicht nachweisen lassen. Es kann sich auch um ganz einfache, nicht zweckbedingte chemische Reaktionen handeln.

II. Der Einfluß der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung der untersuchten Blattwespenart.

Eine Untersuchung über den Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung der Blattwespen wurde an dem ganzen Entwicklungszyklus durchgeführt, mit Ausnahme des Imaginalstadiums. Die Blattwespenimagines schlüpften zu unregelmäßig, die geringe Zahl erlaubte keine quantitativen Versuche. Manche der untersuchten Entwicklungsstadien hatten eine derart breite Basis der Entwicklungsmöglichkeit, daß aus technischen Gründen die vitalen Temperaturextreme nicht mit erfaßt werden konnten. Über die Versuchsanordnung siehe S. 333.

Die durch das Klima bedingten physiologischen Erscheinungen weichen bei der untersuchten Blattwespenart zum Teil nicht unerheblich ab von den Ergebnissen, die bisher bei Lepidopteren aus gleichem oder ähnlichem Biotyp festgestellt werden konnten. Das gilt besonders von dem Larvenstadium, obgleich gerade dieses, wohl bedingt durch die übereinstimmende Lebensweise, einen lepidopterenähnlichen Habitus angenommen hat. Zugleich geht aus dem Mortalitätsdiagramm S. 349 hervor, daß *Diprion pini* L. recht gut Temperatur-, und vor allem Feuchtigkeitsbereiche zu ertragen vermag, die normalerweise gar nicht in Frage kommen. Die ökologische Valenz ist also bei der untersuchten Art sehr groß.

Die auf Grund der vorliegenden ökologischen Untersuchungen festgestellten prinzipiellen Unterschiede zwischen Lepidopteren und Blattwespen stehen in einem übereinstimmenden Verhältnis mit den Ergebnissen der Einwirkung des Kontaktgiftes Pyrethrum auf die beiden Insektenfamilien.[1])

---

[1]) Vgl. hierzu Gößwald, 1934, a und b. Die Lepidopterenlarven hatten einen jeweils dem ökologischen vitalen Überlebensoptimum genau entsprechenden enger begrenzten optimalen Widerstandsbereich, während bei den Blattwespenlarven der besonders breiten Basis der Entwicklungsmöglichkeit entsprechend, kein besonderer Widerstandsbereich in Erscheinung trat, sondern die Tiere vielmehr gleichmäßig empfindlich waren. Zum Ausdruck kommen diese Unterschiede auch in der Dissoziation des Blutes. Der in bezug auf Temperatur und Luftfeuchtigkeit großen ökologischen Valenz der Blattwespenart entspricht eine nur geringe Verschiebbarkeit des pH-Wertes des Blutes der Blattwespen, während bei den untersuchten Lepidopterenarten mit engerem optimalen Lebensbereich sich durch Veränderung der ökologischen Umweltbedingungen auch der pH-Wert leichter beeinflussen läßt. Auch der absolute, artspezifische pH-Wert von Lepidopteren und Blattwespen ist grundsätzlich verschieden. Näheres hierüber später in einer besonderen Arbeit.

1. Die Eientwicklung.

Bei *Diprion pini* L. liegt das Ei in der meist schon ausgewachsenen Jungnadel, bezw. in ein-, oder seltener zwei- oder dreijährigen Nadeln, und ist zudem von der Außenwelt durch einen Kittstoff abgeschlossen. Erst gegen Ablauf der Eiperiode quillt das Ei an, und ragt dann nicht selten aus der schützenden Hülle heraus. Bei der Möglichkeit der Auswahl werden zur Eiablage die weicheren ausgewachsenen Nadeln bevorzugt, während Nadeln, die aus irgendeinem Grund hart sind, gemieden werden, sei es daß diese schlecht gewachsen, durch trockene Luft ausgetrocknet, oder aber durch ihr Alter hart geworden sind. Solche werden auch dann ungleichmäßig, bezw. gar nicht belegt, wenn keine weichen Nadeln zur Verfügung stehen. Man findet dann vielfach die Nadeln leicht angeritzt, ein Zeichen eines mißlungenen Ablageversuches. Vielleicht ist der Härtegrad der Nadeln, welcher durch die Beschaffenheit des Standortes, Rasse des Baumes und Witterung bedingt sein kann, mit ein Grund für die Verschiedenartigkeit der Verbreitung der Blattwespen. Darüber müßten Freilandbeobachtungen Aufschluß geben können.

Da die Eier selbst mit der Außenwelt nicht unmittelbar in Verbindung stehen, lautet die Fragestellung über den Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die abgelegten Eier: Inwieweit werden die die Eier bergenden Nadeln von der Witterung in einer das Gelege schädigenden oder fördernden Weise beeinflußt? Solche Versuche lassen sich im Laboratorium nur annäherungsweise durchführen. Die Zweigstückchen waren bereits, bevor die Eiablage erfolgte, in einem versuchsfertigen Zustand und hatten stets die Möglichkeit, frisches Wasser aufzunehmen, ein Verdunsten des Wassers konnte aber nur durch die Nadeln erfolgen. Es besteht kaum Zweifel, daß die Bäume im Freien viel länger trockene Luftfeuchtigkeit ertragen, als die Zweigstückchen im Laboratoriumsversuch, die Austrocknung der Nadeln erfolgte also bei extrem niedriger Luftfeuchtigkeit im Verhältnis zu rasch; immerhin gelang es, die Eier bei einer Umgebungsluftfeuchtigkeit (das Verdunsten des Wassers aus den Nadeln stets schon mit berücksichtigt) von 100—55 % relativer Luftfeuchtigkeit zur Entwicklung zu bringen.

a) Die Entwicklungsfähigkeit der Eier in Abhängigkeit von verschiedener Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit.

Im einzelnen wurden folgende Ergebnisse erzielt: Am vorteilhaftesten für die Eientwicklung erwies sich hohe Luftfeuchtigkeit der Umgebung, und zwar in sämtlichen Temperaturstufen. Von 24 ° C bis 14 ° C schlüpften bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit stets 100 % (in jedem Versuch etwa 30—50 Eier), bei 10 ° C 80 %, bei 32 ° C 90 % der Eier. In manchen Versuchen trat hier infolge der hohen Luftfeuchtigkeit verschiedentlich Schimmel auf, der jedoch auf die Entwicklung der Eier keinen nachteiligen Einfluß ausübte. Bei 90 % relativer Luftfeuchtig-

keit (stets der Umgebung der Nadeln!) schlüpften ebenfalls wieder 100 %, mit Ausnahme der Temperaturstufe 10 ° C und 32 ° C, hier in beiden Fällen 80 %. Bei 80 % relativer Luftfeuchtigkeit waren die Nadeln für die lange Dauer des Versuches (siehe S. 334) schon nicht mehr auf dem erforderlichen Feuchtigkeitsgehalt zu bewahren, besonders dann nicht, wenn die Nadeln dicht belegt waren, da hier die Wasserzufuhr stark behindert wurde. So kam es vor, daß bei ein und demselben Zweigstückchen an wenig belegten Nadeln alle Eier schlüpften, an stark belegten dagegen nur ein geringer Prozentsatz. Zwischen 24 und 14 ° C schlüpften bei 80 % relativer Luftfeuchtigkeit durchschnittlich 90—100 % der Eier, bei 10 ° C 60 %, und bei 27 ° C 50 %, bei 32 ° C waren die Nadeln und mit ihnen die Eier ausgetrocknet. In dem Bereich von 55 % relativer Luftfeuchtigkeit schlüpften noch bei 16 ° C 50 % der Eier, in den anderen Feuchtigkeitstufen nichts mehr. Ebenso blieben die Versuche mit noch niedrigerer Luftfeuchtigkeit in allen Temperaturstufen erfolglos.

Aus den Ergebnissen der Laboratoriumsversuche ist für die Praxis zu entnehmen: Die Blattwespen bevorzugen zur Eiablage Bestände mit weich gewachsenen Nadeln. Die Eiablage wird behindert, wenn die Nadeln durch langdauernde Trockenheit hart geworden sind. Ähnlich nachteilig ist trockene Luft für die Entwicklung der Eier. Die nachteilige Wirkung geringer Luftfeuchtigkeit wird durch hohe Temperatur vergrößert, vom Austrocknen besonders gefährdet sind die dicht belegten Nadeln. Diesbezügliche Beobachtungen aus dem Freiland fehlen für *Diprion pini*, und es bleibt daher noch übrig, festzustellen, in welchem Ausmaße trockene Luft die Ablage oder Entwicklung der Eier zu behindern vermag. Die nächtliche Abkühlung und Erhöhung der Luftfeuchtigkeit kann von extremen Fällen abgesehen, einen Ausgleich ermöglichen.

b) Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier steigt mit zunehmender Temperatur in einer aus Abb. 1 zu entnehmenden Weise. Der Höhepunkt dürfte bei 32 ° C erreicht sein. Ob unter 10 ° C noch eine Entwicklung stattfindet, kann nicht behauptet werden, da, wie bereits erwähnt, aus technischen Gründen weitere Temperaturextreme nicht angesetzt werden konnten. Die Ergebnisse seien vorläufig nur festgelegt. Angaben über Entwicklungsgeschwindigkeit und Entwicklungsdauer gewinnen erst dann Wert für die Praxis, wenn mehr Untersuchungen aus verschiedenen Standorten vorliegen, so daß man einen genaueren Mittelwert erhält, wenn ferner nachgewiesen ist, daß die im Laboratorium bei konstanten Bedingungen festgestellten Ergebnisse sich auch auf das Freiland übertragen lassen, und wenn auf Grund einer genauen Kenntnis des mikroklimatischen Temperaturverlaufes des Standortes Generationenzahl und Verbreitungsgrenzen berechnet werden können. Angaben über das Makroklima sind nicht immer ver-

wendbar, da die Unterschiede zwischen dem meteorologischen Klima und dem tatsächlichen Standortklima recht erheblich sein können.

Die schnellere Entwicklung der Eier kann den Vorzug mit sich bringen, daß durch sie mit eine größere Generationenzahl bedingt wird, ferner kann sie für die Populationsdichte von Vorteil sein, indem das Ei nicht so lang ungünstigen biotischen und abiotischen Faktoren (Eiparasiten und trockene Luft) ausgesetzt ist, doch fehlen auch zu dieser Frage wieder die Beobachtungen aus dem Freiland, z. B. eine Untersuchung über den Temperaturbereich größter Aktivität der Eiparasiten; wenn dieser mit dem Bereich der Entwicklungsbeschleunigung der Eier zusammenfällt, dann bedeutet letztere einen Nachteil für die Massenvermehrung der Schädlinge. [1])

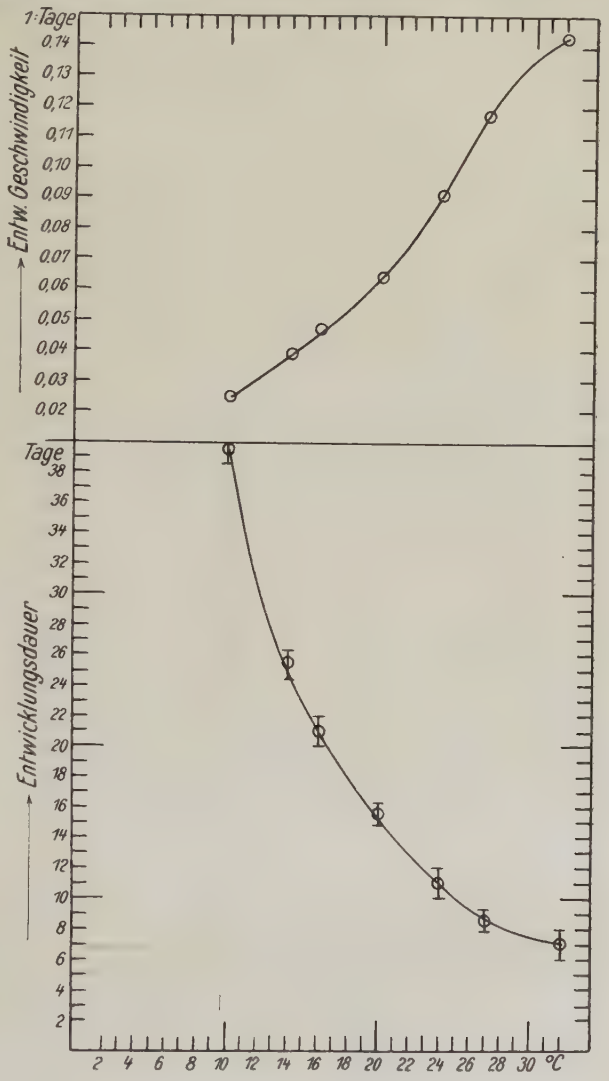


Abb. 1. Entwicklungsgeschwindigkeit und Entwicklungsdauer der Eier von *Diprion pini* L. bei verschiedener Temperatur.

2. Die Larvenentwicklung.

Die technischen Schwierigkeiten, die bei der Aufzucht der *Diprion*-larven zunächst noch zu überwinden waren, wurden bereits eingangs

[1]) Versuche mit *Dendrolimus pini* L. haben ergeben, daß bei dieser Lepidopterenart die Raupen in wechselnden Temperaturen mehr fressen und sich auch schneller entwickeln als bei konstanter Temperatur (vgl. Göß wald, 1934, d).

aufgezählt. Ich habe die biologischen Grundlagen der Aufzucht in dem Abschnitt Methode absichtlich ausführlicher behandelt; denn jede noch so geistreiche ökologisch-statistische Untersuchung ist mehr oder weniger wertlos, wenn der Versuchsanteller nicht von Anfang an die speziellen biologischen Eigenheiten seines Versuchstieres beherrscht. Niemals sollte mit der Auswertung eines Serienversuches begonnen werden, wenn nicht innerhalb der Versuchsreihe, welche alle möglichen, und schließlich auch optimale Bedingungen umfaßt, ein 100prozent. oder annähernd 100prozent. Erfolg in der Aufzucht erzielt wurde. In vielen bereits veröffentlichten Arbeiten scheint mir die Sterblichkeit unverhältnismäßig hoch und auf technischen Fehlern zu beruhen. Die Folge ist dann eine Überschätzung des Einflusses des Klimas.

Bemerkenswert für die ökologisch-physiologische Eigenart der *Diprion pini*-Larven ist die besonders breite Basis eines von Sterbefällen fast freien Entwicklungsbereiches, also die Fähigkeit, sehr hohe Temperatur und extrem niedrige Luftfeuchtigkeit zu ertragen. Außerdem fällt noch besonders auf, daß gerade die niedere Luftfeuchtigkeit bei hoher Temperatur gut, bei niedriger Temperatur dagegen schlecht vertragen wird; umgekehrt wird hohe Luftfeuchtigkeit am besten bei niederer Temperatur, und am schlechtesten bei hoher Temperatur ertragen. Bei Lepidopteren aus ähnlichem Biotyp liegen, wie bereits erwähnt, die Verhältnisse eher umgekehrt. Vielleicht besteht in diesem Zusammenhang ein grundsätzlicher Unterschied zwischen Tenthrediniden und Lepidopteren, auf Grund der einen untersuchten Blattwespenart darf man jedoch keine bestimmten Schlüsse ziehen. Auf andere physiologische Verschiedenheiten wurde bereits früher aufmerksam gemacht. Auch schroffer Wechsel von Temperatur und Luftfeuchtigkeit wird von *Diprion pini* L. vertragen. [1])

Die Sterblichkeitsberechnungen wurden an Stadium I und an dem Ergebnis der Zucht vom Stadium I bis zum Einspinnen durchgeführt, erstrecken sich also zugleich auf das ganze Larvenstadium, abgesehen von dem bereits eingesponnenen Pronymphenstadium; letzteres wurde mit dem Puppenstadium bis zum Schlüpfen zusammengefaßt, da diese beiden einen eigenen ökologischen Abschnitt der Gesamtentwicklung darstellen. In dem vorliegenden Fall war es nicht möglich, und auch gar nicht zweckmäßig, von den einzelnen Larvenstadien die Sterblichkeitswerte getrennt anzugeben, da jeweils schon bis zum nächsten Stadium eine Auslese stattgefunden hatte. Die Beziehung der Sterblichkeit auf das ganze Larvenstadium ist aber nur dann zulässig,

[1]) Wenn es endlich allgemein möglich würde, exakte Laboratoriumsversuche durch exakte Freilanduntersuchungen zu ergänzen, könnte man ein tatsächlich für die Praxis wertvolles Ergebnis erzielen, die weiteren Folgen würden ungeheuer viel Anregungen zu vernünftigen Arbeiten sein.

wenn die Sterblichkeit in den jungen Stadien, wie es bei der vorliegenden Untersuchung der Fall war, in einem größeren Temperatur-Feuchtigkeitsbereich sehr gering ist (vgl. Abb. 2). Der andere Weg, bei jedem Stadium getrennt, einen neuen Serienversuch anzusetzen, war gerade bei *Diprion pini* aus biologischen und versuchstechnischen Gründen nicht durchführbar. Bis der richtige Weg der Aufzucht im Serienversuch gefunden wurde, war bereits zu viel Material verbraucht worden, um noch der quantitativen Überprüfung eines jeden Stadiums genügen zu können. Ferner entspricht die Beziehung der Sterblichkeit auf ein ganzes Larvenstadium viel mehr den natürlichen Verhältnissen; denn im Freien kommt es nicht vor, daß gerade bis zu Beginn eines neuen Stadiums jedesmal optimale Verhältnisse herrschen. Stets hat schon eine Auslese stattgefunden. Zudem ist es noch durchaus ungewiß, inwieweit ein Tier, das immer in optimalen Verhältnissen gelebt hat, also sozusagen verwöhnt ist, im Vergleich zu einem „abgehärteten" reagiert, wenn es nun mehr oder weniger plötzlich verschiedenen, zum Teil extremen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen ausgesetzt wird. Ein weiterer Grund für die Beziehung der Mortalität auf das ganze Larvenstadium war die Tatsache der hier besonders großen Variationsbreite der Entwicklungsgeschwindigkeit.

a) Das Eilarvenstadium.

Wie aus Abb. 2 zu ersehen ist, war in vielen Versuchen bei den Eilarven noch kein Sterbefall zu verzeichnen. Doch nun aus der Tat-

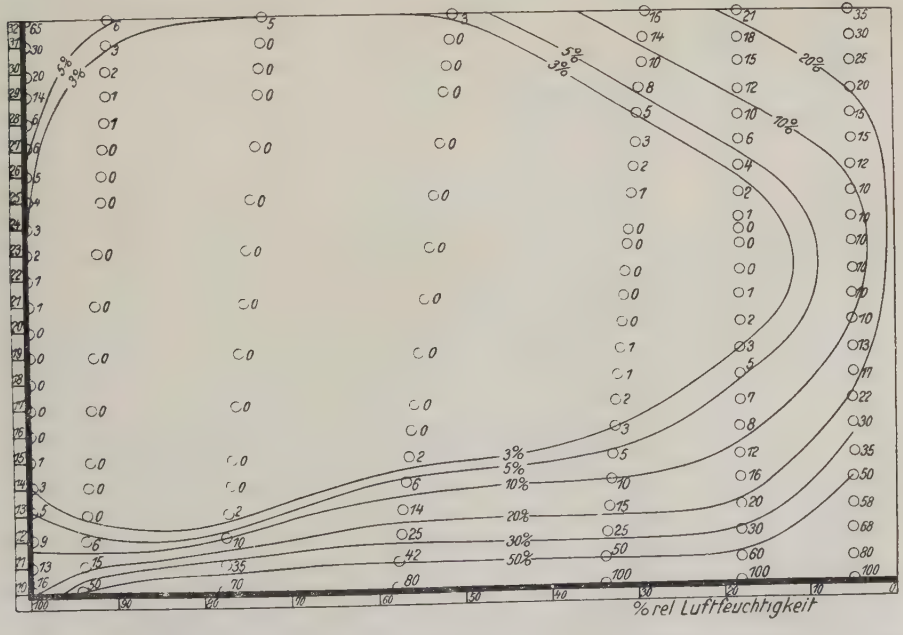


Abb. 2. Isomortalen des Larvenstadiums I von *Diprion pini* L. bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

sache, daß später bis zum Ablauf der Larvenentwicklung noch Sterbefälle auftraten, auf eine besondere Widerstandsfähigkeit des ersten Larvenstadiums zu schließen, wäre verfehlt. Der Tod ist nur ein sehr grobes Merkmal für die physiologische Einwirkung des Klimas,[1]) er muß keineswegs sofort eintreten. Rein rechnerisch betrachtet ist das Verhältnis der Sterbefälle von Stadium I zu II, III, IV und V wie 12 : 10 : 7 : 9 : 8, stets in Prozenten auf die Gesamtanfangspopulation bezogen. Die Temperatur-Feuchtigkeitsbereiche, in denen die Larven im ersten Stadium am empfindlichsten waren, übten auch in dem älteren eine besonders nachteilige Wirkung aus. Wären die äußersten Grenzen des Lebensbereiches auch in bezug auf Abhängigkeit von Temperatur erfaßt worden, dann wäre in dem Versuch der Anteil des ersten Larvenstadiums an der Gesamtsterblichkeit größer.

Besonders deutlich kommt gerade bei Stadium I die Bevorzugung hoher Temperatur und die Fähigkeit, niedrige Luftfeuchtigkeit zu ertragen, zum Ausdruck. Der Bereich geringer Sterblichkeit (bis 3 %) in Abhängigkeit von Temperatur ist sehr groß, er erstreckt sich von 14 bis 24 ° C. Aber auch darüber und darunter hinaus (von 9—29 ° C) ist die Sterblichkeit derart gering (10 %), daß ihr im Freien, bezogen auf die Gesamtpopulation, gar keine Bedeutung zukommen würde. Die Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit ist ähnlich gering, wie die von der Temperatur. Im Bereich größter Temperaturwiderstandsfähigkeit sind die Larven gegen Luftfeuchtigkeitsunterschiede am widerstandsfähigsten, und zwar in sehr großem Umfang von 100 bis zu unter 20 % relativer Luftfeuchtigkeit, dürften also allen natürlichen Witterungsbedingungen genügen. Der optimale Luftfeuchtigkeitsbereich liegt ungefähr zwischen 90 und 40 %.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven wird in einem anderen Zusammenhang besprochen werden.

b) Das gesamte Fraßlarvenstadium.

Bei einer das ganze Larvenstadium umfassenden Betrachtungsweise lassen sich etwa vorhandene Unterschiede im Temperaturoptimum älterer und jüngerer Larven nicht mit Bestimmtheit nachweisen.[2]) Für *Diprion pini* L. scheint diese Frage nach dem Temperaturoptimum einzelner Stadien weniger wichtig, als eine Klärung des Problems der Generationenzahl in Abhängigkeit von Temperatur, wobei sich ein nach

---

[1]) Die Wirkung des Kontaktgiftes Pyrethrum zeigte sich an Individuen, die nicht gleich im Raupenstadium gestorben waren, noch an einem plötzlichen Tod der Puppe, oder gar erst einer sehr geringen Fruchtbarkeit der Imago (Gößwald, 1934, a).

[2]) Beim Kiefernspanner zeigte sich, daß jüngere Raupen ein höher gelegenes Temperaturoptimum haben als ältere, was der jeweiligen Umwelttemperatur entspricht, da die Entwicklung vom Sommer bis in den Spätherbst fällt, beim Schwammspinner dagegen stieg das Temperaturoptimum mit dem Älterwerden der Raupen an, wiederum entsprechend den Verhältnissen der während der Entwicklungszeit herrschenden Temperaturen (vgl. Gößwald, 1934 a). Hier waren

Jahreszeit verschiedenes Entwicklungsoptimum der ersten und zweiten Generation herausstellen könnte. In der vorliegenden Arbeit wurde Material aus seiner Gegend mit beobachteter einjähriger Generation verwendet. Wollte man das Ergebnis der Untersuchungen verallgemeinern (siehe später), dann müßte der Schluß gezogen werden, daß tatsächlich *Diprion pini* nur eine Generation hat. Die Tiere ließen sich weder durch hohe Temperatur, noch durch vorübergehende Unterkühlung, noch durch Wechsel von Temperatur und Luftfeuchtigkeit zu einer zweiten Generation treiben, die oben angeschnittene Frage nach einem verschiedenen Temperaturoptimum der ersten und zweiten Generation konnte daher nicht geprüft werden. Im übrigen ist zur allgemeinen Charakteristik von *Diprion pini* zu sagen, daß die Resistenz des Fraßlarvenstadiums dieser Art gegen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsunterschiede recht groß ist.

aa) Die Entwicklungsfähigkeit der Larven bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Aus dem Mortalitätsdiagramm Abb. 3, welches das gesamte Fraßlarvenstadium umfaßt, ergibt sich, daß der Kern des Überlebensoptimums dieses gesamten Fraßlarvenstadiums innerhalb des Überlebensoptimums von Stadium I liegt, ein grundsätzlicher Wechsel des Temperatur-

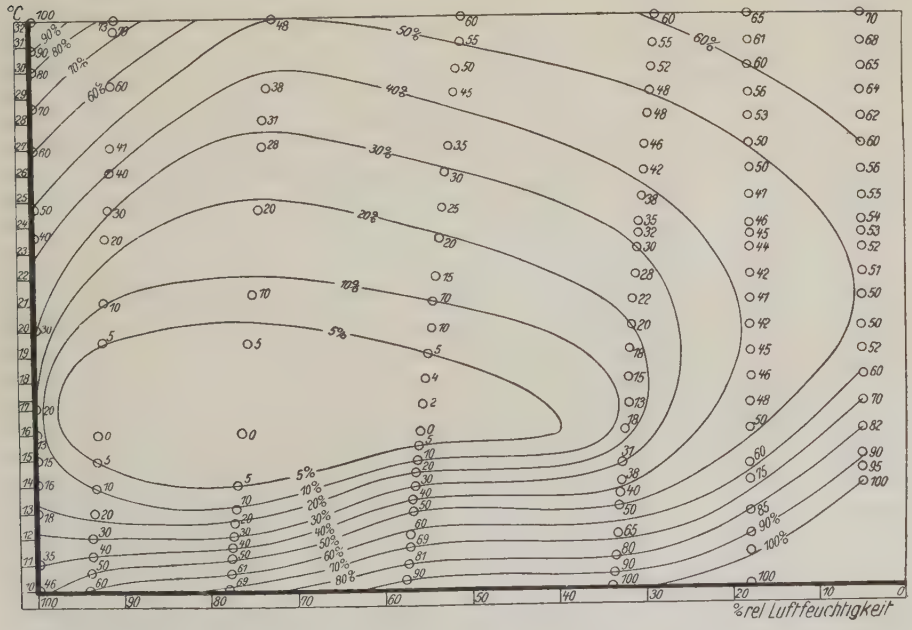


Abb. 3. Isomortalen des gesamten Fraßlarvenstadiums von *Diprion pini* L. bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

die Stadien jeweils neu angesetzt worden. Bei der Methode des von Stadium I bis zum Einspinnen am gleichen Material durchlaufenden Versuchs scheint es dagegen nicht möglich, Unterschiede im Optimum der einzelnen Stadien festzustellen.

optimums hat demnach nicht stattgefunden. Die Tatsache, daß der Bereich der größten Überlebensfähigkeit (nur 5 % Sterblichkeit) nun enger begrenzt ist, dürfte in Zusammenhang zu bringen sein mit der ganz natürlichen Häufung der Sterbefälle durch die Länge der Zeit (vgl. Abb. 2 und Abb. 3). Das Temperaturüberlebensoptimum liegt zwsichen 15 und 20 ° C (5 % Sterblichkeit), enger gefaßt (0 % Sterblichkeit) bei 17 ° C. Innerhalb dieses Temperaturbereiches wurden die wenigsten Sterbefälle bei 90 bis etwa 40 % relativer Luftfeuchtigkeit festgestellt. Nach vielen bisherigen Ergebnissen an Lepidopteren sind die Tiere im Bereich ihres Temperaturüberlebensoptimums auch gegen Luftfeuchtigkeitsunterschiede am widerstandsfähigsten. Bei *Diprion pini* trifft das auch zu, wie bereits bei Stadium I erwähnt; außerdem tritt mit Erhöhung der Temperatur eine Verschiebung des Luftfeuchtigkeitsoptimums auf den trockenen Bereich zu ein. Je höher also die Temperatur wird, desto besser wird niedrige Luftfeuchtigkeit vertragen. Erst bei extrem hoher Temperatur wirkt sehr niedrige Luftfeuchtigkeit nachteilig, wird aber auch hier immer noch besser ertragen, als bei extrem niedriger Temperatur.

Hohe Luftfeuchtigkeit von 100 % ist auch für ältere Larven nicht gut im mittleren und noch weniger im hohen Temperaturbereich. Bei niedriger Temperatur dagegen scheint hohe Luftfeuchtigkeit sogar von Vorteil zu sein. Wie schon im Stadium I zum Ausdruck kommt, liegen jeweils die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsextreme, welche am besten und am schlechtesten ertragen werden, gerade diametral gegenüber.

Für die Praxis ist aus diesen Ergebnissen wichtig, daß, soweit der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in Betracht kommt, die geringste Mortalität bei einer mittleren Temperatur von 17 ° C und in einem Luftfeuchtigkeitsbereich von 90—40 % beobachtet wird, und daß mit zunehmender Temperatur niedrige Luftfeuchtigkeit besser vertragen wird als mit fallender. Eine trockenwarme Tendenz ist unverkennbar, wenn auch die Art eine sehr breite Basis der Existenzmöglichkeit aufweist. Aus einem Bericht von Henninger (22. Okt. 1904, im Archiv der Zool. Abt. d. Bayr. Forstl. Versuchsanstalt) über die Massenvermehrung von *Diprion pini* L. bei Mainsondheim geht hervor, daß die Art dort 2 Generationen hat; in diesem Zusammenhang aber ist besonders bemerkenswert, daß nach Henninger die Larven sich gegen die Witterung ziemlich unempfindlich gezeigt haben; auch sehr kalte Nächte, in denen es stark reifte, wurden gut überstanden; wenn die Larven am Morgen ganz tot schienen, haben sie doch gegen Mittag, bezw. wenn die Sonne schien, wieder Leben bekommen und zu fressen angefangen.

Demgegenüber berichtet Zacher (1921) von der Beendigung einer Kalamität von *Diprion pini* durch Frost; hier hatten die Larven allerdings bis in den November hinein gefressen (bei Berlin), also noch reichlich spät.

bb) Entwicklungsdauer und Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven.

Als Grundlage zur Berechnung der Entwicklungsgeschwindigkeit diente eine Anfangspopulation von 3000 Individuen. Bis zum Einspinnen waren 900 (30 %) gestorben. Die Genauigkeit dürfte trotzdem noch genügen. Die angegebenen Zahlen beziehen sich stets auf den Mittelwert, die Extreme sind in der Abb. 4 verwertet, und zwar wurden die Maximum- und Minimumwerte sowohl nach Temperatur (= äußeres Querzeichen) wie in Abhängigkeit der Entwicklung von Luftfeuchtigkeit (= inneres Querzeichen) dargestellt. Bei hoher Luftfeuchtigkeit war die Entwicklungsgeschwindigkeit etwas größer als bei niedriger, der Unterschied betrug $^1/_8$ bis $^1/_2$ Tage, war im Mittel also derart gering, daß eine Auswertung nicht in Frage kommt, nachdem die Ablesungen erst alle 24 Stunden stattgefunden haben. Für die Praxis spielen so kleine Unterschiede gar keine Rolle.

Auf die Berechnung einer Temperaturkonstanten, Entwicklungsnullpunkt u. dgl. soll aus bereits erwähnten Gründen verzichtet werden.

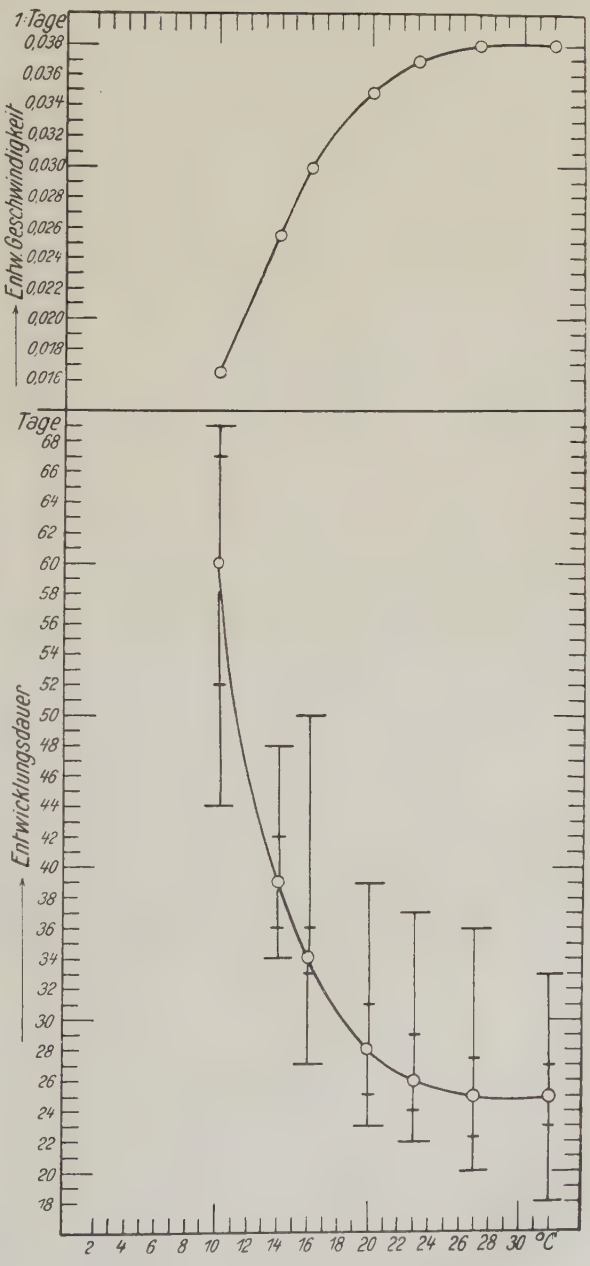


Abb. 4. Entwicklungsdauer und Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven von *Diprion pini* L. bei verschiedener Temperatur.

Zunächst genügt es, die empirisch ermittelten Zahlenwerte graphisch darzustellen; ergibt sich später durch Vergleich weiterer Untersuchungen, daß die früher angeführten Bedenken überflüssig sind, können die Ergebnisse immer noch ausgewertet werden. Ein Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit den von Eliescu (1932) angegebenen Daten über die Entwicklungsdauer des Larvenstadiums zeigt einen sehr erheblichen Unterschied (über die möglichen Gründe siehe S. 342). Im Rahmen dieser Arbeit würde daher eine weitere Auswertung der Ergebnisse unter Zuhilfenahme von Formeln ohne Wert für die Praxis sein und nur eine mathematische Spielerei bedeuten.

Wie aus der Abb. 4 zu erkennen ist, erstreckt sich der Bereich kürzester Entwicklungsdauer (25 Tage), der also bezüglich der Entwicklungsgeschwindigkeit optimale Bereich von 26 bis 32° C. Bei 28° C ist bereits das Maximum erreicht. Von 26—20° C ist die Entwicklung auch noch als schnell zu bezeichnen (28—26 Tage), niedrigere Temperatur wirkt stark entwicklungsverzögernd (28 bis 36 Tage bei 20—15° C), obwohl erst hier das Überlebensoptimum beginnt. Bei *Dendrolimus pini* L. (Gößwald, 1934 d) beispielsweise wurde bereits gezeigt, daß Entwicklungsgeschwindigkeits- und Überlebensoptimum nicht übereinstimmen müssen, daß sich vielmehr das Entwicklungsgeschindigkeitsoptimum dem Fraßoptimum mehr nähert als dem Überlebensoptimum. *Dendrolimus pini* L. hat also in einer Temperatur, die höher als das vitale Optimum liegt, mehr gefressen, und sich auch schneller entwickelt. In vielen bereits beobachteten Fällen hat die erhöhte Nahrungsaufnahme größere Fruchtbarkeit zur Folge; es ist also durchaus nicht der Bereich des Überlebensoptimums am günstigsten für die Massenvermehrung, da diese nicht allein ein Ergebnis geringster Sterblichkeit, sondern auch der Entwicklungsgeschwindigkeit und der Fruchtbarkeit ist. Welcher der drei Faktoren den Ausschlag gibt, dürfte von Fall zu Fall zu untersuchen sein. Unterhalb der optimalen vitalen Zone (15—10° C) beträgt die Entwicklungsdauer 36—60 Tage, ist also sehr ungünstig, dazu kommt noch, daß die Sterblichkeit in der unteroptimalen Zone viel größer ist als in der überoptimalen, soweit Temperaturen in Betracht gezogen werden, die im Freien vorzukommen pflegen. Über den Einfluß des Zusammenwirkens der Massenvermehrungsfaktoren siehe S. 375 ff.

c 1. Versuch über den Einfluß alternierender Temperatur im Vergleich zur konstanten, begonnen mit Larve 1.

Für die Praxis ist es von allergrößter Bedeutung zu wissen, inwieweit die Ergebnisse des Laboratoriums, die ja bei konstanten Bedingungen durchgeführt wurden, sich auf das Freiland mit seinem stetigen Wechsel der Temperatur und Luftfeuchtigkeit übertragen lassen. In jüngster Zeit wurden solche Versuche durchgeführt von Eidmann (1933) an der Kieferneule. Die Versuche von Eid-

mann haben keinen Unterschied in der Entwicklungsgeschwindigkeit und im wesentlichen auch nicht in der Mortalität erkennen lassen, ob nun die Larven bei konstanter oder bei einer zu Tages- und Nachtzeit alternierender Temperatur gehalten wurden. Dabei weist jedoch Eidmann darauf hin, daß eine Entwicklungsbeschleunigung vielleicht bei längerer Einwirkung der Wechseltemperaturen, etwa auf die gesamte Raupenzeit, möglich wäre. In einer späteren Arbeit (1934 d) habe ich auf eine Erhöhung der Fraßtätigkeit des Kiefernspinners (*Dendrolimus pini* L.) bei wechselnden Temperaturen im Vergleich zu konstanten und auf eine hiermit übereinstimmende Wachstumsgeschwindigkeit als Folge des Einwirkens der Wechseltemperaturen aufmerksam gemacht. Die Ergebnisse von Cook (1927) bestätigen ebenfalls den beschleunigenden Einfluß von Temperaturschwankungen auf die Entwicklungsgeschwindigkeit. Voraus sei bemerkt, daß diese Ergebnisse nicht verallgemeinert werden. sollen. Die Zahl der untersuchten Arten ist noch zu gering.

Für *Diprion pini* L. erwähnt Eliescu (1932), daß die Temperaturschwankungen des tagsüber geheizten Laboratoriums nachteilig für die Überlebensfähigkeit gewesen sei, was grundsätzlich durch folgende Versuche bestätigt werden kann; allerdings kommen bei Eliescu noch andere, unkontrollierbare Faktoren hinzu. Die Fragestellung für den nun folgenden Versuch lautet: 1. Entwicklungsgeschwindigkeit und Sterblichkeit bei konstanter im Vergleich zu alternierender Temperatur. 2. Der Einfluß des Futters. Ein Versuch mit täglicher, ein anderer mit zweitäglicher Futtererneuerung. Die hier erwähnten Versuche wurden stets mit 80 % Luftfeuchtigkeit durchgeführt, die konstante Temperatur war 20 ° C, dazu standen im Vergleich die Wechseltemperaturen 25 und 15 ° C. Für jeden Einzelversuch wurden 30 frischgeschlüpfte Eilarven genommen, die, um einen exakten Vergleich zu ermöglichen, alle aus dem Gelege eines Weibchens stammten.

Zunächst seien die Versuche mit täglicher Futtererneuerung bei konstanter und alternierender Temperatur verglichen. Bei konstanter Temperatur starben von den 30 Individuen insgesamt 3; die Sterblichkeit hier entsprach also genau der Sterblichkeit des Serienversuches in diesem Temperaturbereich (vgl. Diagramm S. 349); eine starb im Stadium II, eine im Stadium IV und eine im Stadium V.

In dem Versuch mit alternierender Temperatur war die Sterblichkeit höher; die meisten Individuen starben vor der ersten Häutung, als sie von 25 ° C auf 15 ° C gebracht worden waren (6). Die nächsten und letzten drei starben vor der zweiten Häutung, diesmal bei 25 ° C, die späteren Stadien haben den Wechsel ertragen; also sind insgesamt 9 Todesfälle zu verzeichnen, oder 30 %. Wenn auch der Unterschied zu 10 % der konstanten Temperatur nicht sehr groß ist, so scheint er doch, da der Versuch sehr exakt durchgeführt wurde, außerhalb der Fehlergrenze zu liegen. Die Ergebnisse der folgenden Versuche bestätigen diese Annahme.

Während durch alternierende Temperatur die Überlebensfähigkeit beeinträchtigt wird, scheint die Geschwindigkeit der Entwicklung durch den Wechsel der Temperatur eher gefördert zu werden. An dem Tag, an dem beispielsweise bei alternierender Temperatur sich sämtliche Individuen zum vierten Male gehäutet hatten, haben im konstanten Versuch erst einige wenige die Häutung hinter sich gebracht; bis zum Einspinnen betrug der Unterschied im Durchschnitt 3 Tage. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß in dem alternierenden Versuch 6 Individuen mehr starben, vermutlich die schwächlichsten, welche sich auch am langsamsten entwickelt hätten. Dadurch mag die Entwicklungsgeschwindigkeit etwas zugunsten der alternierenden Temperatur verschoben sein.

Für die Übertragung der Ergebnisse auf die Praxis wichtiger und vor allem auch für die künftige Laboratoriumstechnik bedeutsam scheint mir der große Unterschied der Mortalität in dem Versuch mit täglicher und mit zweitäglicher Futtererneuerung zu sein. Unter den sonst gleichen, bereits angeführten Bedingungen war das vom gleichen Standort stammende und zur gleichen Zeit gebrochene Futter in dem jetzt zu besprechenden Versuch erst alle 2 Tage gewechselt worden. In diesem Fall betrug die Sterblichkeit in dem konstanten Versuch 20 %, die im alternierenden Versuch 70 %. Kommt also zu dem Faktor Wechseltemperatur noch weniger gutes Futter hinzu, dann macht sich der nachteilige Einfluß der alternierenden Temperatur viel prägnanter bemerkbar.

c 2. Versuch über den Einfluß alternierender Temperatur, begonnen mit Larvenstadium 2.

Neben dem Versuch über den Einfluß der alternierenden Temperatur, der mit frischgeschlüpften Larven begonnen wurde, war ein orientierender Versuch mit Larve II und täglichem Futterwechsel unter sonst gleichen Bedingungen angesetzt worden. In dem oben erwähnten, mit dem Eilarvenstadium begonnenen Versuch waren insgesamt 9 Individuen gestorben, davon 6 vor der ersten Häutung, 3 später. In dem neuen Versuch, der mit Stadium II begonnen worden war, starben dementsprechend insgesamt 3 Individuen, eines Stadium III, 2 Stadium IV. Es scheint demnach, daß das erste Stadium das empfindlichste ist (vgl. S. 370).

c 3. Versuch über den Einfluß alternierender Temperatur, begonnen mit dem letzten Fraßlarvenstadium.

Das Material wurde der Reservezucht kurz nach der Häutung entnommen. Die Bedingungen waren wieder: konstant je 30 Individuen bei 20 ° C und ebensoviel je einmal bei 25 und bei 15 ° C. Ein Sterbefall wurde nicht verzeichnet. Dagegen zeigte sich wieder ein Unterschied in der Entwicklungsgeschwindigkeit zugunsten der Tiere im alternierenden Versuch; hier betrug die Zeit bis zum Einspinnen durch-

schnittlich 11,94 Tage, im konstanten Versuch 12,3 Tage, also war auch während der kurzen Dauer eines Stadiums ein Unterschied zu bemerken, wenn dieser auch nicht sehr groß ist.

Aus dem vorliegenden Versuchsergebnis könnte man schließen, daß die Unterschiede der Entwicklungsgeschwindigkeit bei konstanter und alternierender Temperatur für die Übertragung der Ergebnisse auf die Praxis keine Bedeutung haben, da sie sich in sehr mäßigen Grenzen halten. Anders ist es mit der Sterblichkeit, welche mit dem Wechsel der Temperatur erhöht wurde. Dabei ist nun aber noch zu bedenken, daß auch die alternierende Temperatur des Labors nicht annähernd den fluktuierenden Wechsel der Temperatur-Feuchtigkeitsbedingungen des Freilandes zu folgen vermag. Deshalb wurde auch schon in der Versuchsanordnung gar keine Rücksicht darauf genommen, daß der Wechsel der Temperatur im Freiland nicht 24stündlich erfolgt. Ganz sind die Ergebnisse nie auf die Praxis übertragbar, es kann sich doch nur um orientierende Versuche handeln.

d) Einfluß alternierender Luftfeuchtigkeit im Vergleich zu konstanter.

Aus dem Mortalitätsdiagramm S. 349 ist zu entnehmen, daß die Larven von *Diprion pini* L. ganz besonders widerstandsfähig sind gegen den Einfluß von Luftfeuchtigkeitsunterschieden. Die Art bietet daher ein günstiges Objekt, den Einfluß extremer Luftfeuchtigkeitswerte im Wechsel zu untersuchen. Für diesen alternierenden Versuch wurden wieder je 30 frischgeschlüpfte Larven angesetzt, und zwar in folgender Versuchsanordnung: Als vergleichende konstante Temperaturstufe wurde 55 % relative Luftfeuchtigkeit gewählt. Darum gruppierten sich folgende Versuche: 1 a: 100 % relative Luftfeuchtigkeit im Wechsel mit 0 %, 1 b: 0 % mit 100 %; hier, wie in allen anderen in diesem Zusammenhang angeführten Versuchen wurde stets binnen 24 Stunden gewechselt. Versuch 2 a: 100 % im Wechsel mit 20 %, 2 b: 20 % mit 100 %. Versuch 3 a: 90 % mit 20 %, 3 b: 20 % mit 90 % relativer Luftfeuchtigkeit. Dabei mußten die Versuche doppelt angesetzt werden, weil nicht vorauszusehen war, ob sich nicht in Anbetracht des großen Gegensatzes bei den empfindlichen Eilarven ein Unterschied zeigt, derart, daß bei Beginn mit der hohen Luftfeuchtigkeitsstufe eine andere Wirkung erzielt wird als bei Beginn mit der niedrigen. Zur Versuchstechnik ist noch zu bemerken, daß der Luftfeuchtigkeitsgehalt stetig nachgeprüft wurde, bei 0 % fand zweimaliger Wechsel des Salzes im Tag statt.[1]) Diese Versuche wurden sämtlich bei 23 ° C durchgeführt, und das Futter täglich erneuert. Sämtliche Feuchtigkeitsstufen wurden gleichzeitig begonnen, und zwar mit frischgeschlüpften Larven. Im Gegensatz zu den bisher erwähnten Versuchen, wurde dieser Feuchtigkeitsversuch vorzeitig nach 15 Tagen abgebrochen, als das letzte Sta-

[1]) Die Versuchstiere kamen aus einer Schale in die andere; für Versuche mit schroffem Temperaturwechsel ist das wichtig, weil sich so ein Beschlagen des Glases vermeiden läßt.

dium bereits erreicht war und man eindeutig die Bedeutung des Luftfeuchtigkeitswechsels erkennen konnte.

Die Sterblichkeit war in diesem ganzen Versuch sehr gering, sie entsprach etwa dem Ergebnis des Serienversuches, wenn man berücksichtigt, daß dieser bis zum Einspinnen durchgeführt wurde. Im einzelnen wurden folgende Resultate erzielt:

Konstante relative Luftfeuchtigkeit 55 %: 2 tot. davon 1 Stadium II, eine Stadium IV.
Wechsel von 100 mit 0 % rel. Luftfeuchtigkeit: 6 tot, alle im Stadium I bei 100 %.
„ „ 0 % „ 100 % „ „ : keine gestorben.
„ „ 100 „ 20 % „ „ : 5 tot, alle im Stadium I bei 100 %.
„ „ 20 „ 100 % „ „ : 2 tot, alle im Stadium I bei 100 %.
„ „ 90 „ 20 % „ „ : 3 tot, 2 Stad. II bei 90 %, 1 Stad. IV bei 20 %.
„ „ 20 „ 90 % „ „ : 1 tot, Stadium I bei 90 %.

Zur Beurteilung der Sterblichkeit muß vorausgeschickt werden, daß im allgemeinen bei 23 °C die Larven gegen hohe Luftfeuchtigkeit empfindlicher sind, als gegen trockene Luft. Sehr hoch sind die Sterblichkeitsunterschiede nicht, aber sie weisen doch eindeutig darauf hin, daß auch dann, wenn der Feuchtigkeitsgrad gewechselt wird, in dieser Temperatur hohe Luftfeuchtigkeit schlechter ertragen wird als niedere; ferner ist zu entnehmen, daß der schroffe Wechsel der Luftfeuchtigkeit durchaus nicht geschadet hat, durch ihn wird vielmehr möglich, daß niedere Luftfeuchtigkeitsextreme besser ertragen werden, als dies bei konstanten Bedingungen der Fall wäre. Schließlich geht hier besonders deutlich die Empfindlichkeit des ersten Larvenstadiums hervor.

In der Entwicklungsgeschwindigkeit ließ sich bei wechselnder Luftfeuchtigkeit im Vergleich zur konstanten kein Unterschied erkennen. Während also die alternierende Temperatur im Vergleich zur konstanten einerseits die Sterblichkeit nicht unerheblich erhöht und die Entwicklungsgeschwindigkeit beschleunigt, war bei dem Wechsel der Luftfeuchtigkeit kein derartiger Unterschied in der Wirkung festzustellen, nur die Empfindlichkeit des ersten Stadiums trat hier deutlicher hervor, das Gesamtergebnis der Sterblichkeit und Entwicklungsgeschwindigkeit blieb ungefähr gleich.

3. Die Empfindlichkeit der einzelnen Larvenstadien.

Bei einem Vergleich der Abb. 2 und Abb. 3 wird der Eindruck erweckt, als sei das erste Larvenstadium besonders widerstandsfähig, da beim Larvenstadium I in vielen Einzelversuchen überhaupt noch kein Sterbefall zu verzeichnen ist, während sich die Sterbefälle im gleichen Bereich bis zum Einspinnen gehäuft haben. Aber dazu ist zu sagen, daß der Tod hier nur ein sehr schlechtes Kriterium der Einwirkung irgendeines ungünstigen Klimafaktors ist; die scheinbar größere Wider-

standsfähigkeit des ersten Stadiums ist dadurch bedingt, daß *Diprion pini* L. eine außerordentlich breite Basis der Entwicklungsmöglichkeit besitzt. Setzt man das Stadium I gleich einigen extremen Einflüssen aus, z. B. schroffem Temperatur- oder Luftfeuchtigkeitswechsel, so zeigt sich sehr deutlich, daß das erste Stadium das empfindlichste ist. In dem Versuch mit extrem ungünstigen Bedingungen werden die empfindlichten Individuen gleich zu Anfang ausgemerzt. Bei weniger extremen Versuchen kam die Wirkung viel später, in vielen Fällen wird der Einfluß sich überhaupt nicht allein in der Überlebensfähigkeit bemerkbar machen, sondern beispielsweise in der Fruchtbarkeit der Imago und dergleichen Erscheinungen (vgl. Göß wald, 1934 a). Der grundsätzliche Fehler der vorhergehenden Einwirkung irgendeines Faktors und der dadurch bedingten Auslese liegt allen Versuchen zugrunde, die darauf ausgehen, irgendein Stadium als besonders empfindlich zu bezeichnen. Die ungünstigen klimatischen Faktoren wirken wie ein Sieb, durch das die schwächlicheren Individuen mehr oder weniger stark und früh, je nach dem Grad der Einwirkung, ausgemerzt werden. Die übrig gebliebenen, der Veranlagung nach die widerstandsfähigsten, werden mit zunehmendem Alter auch physiologisch widerstandsfähiger, und es fällt diesen daher leichter, klimatische Einflüsse, falls diese nicht extreme Formen annehmen, zu ertragen. Ihre natürliche Niederhaltung muß dann durch andere als klimatische Faktoren bedingt sein, durch tierische und pflanzliche Feinde. Bei einer Besprechung des Einflusses des Nonnenparasiten *Parasetigena segregata* Rond. auf die Vermehrung ihres Wirtes habe ich (1934 c) das junge Larvenstadium als das klimatisch oder abiotisch kritische bezeichnet, da hier die klimatische Auslese einsetzt, die älteren Larven als das biologisch kritische, da bei diesem in der Regel der Einfluß des Klimas nicht mehr ausreicht zur Verhinderung des Massenwechsels. Eidmann (1933) hat auf Grund von exakten Versuchen an Euleneiraupen ebenfalls den überschätzten Einfluß der Witterung in die gebührlichen Schranken verwiesen und gerade auch bei Altraupen dieser Art den Einfluß biologischer Feinde, hier des Pilzparasiten *Empusa aulicae,* hervorgehoben.

4. Die Entwicklungsdauer der einzelnen Fraßlarvenstadien.

In der nachstehenden Tabelle ist die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien bei den verschiedenen Temperaturstufen dargestellt. Die Entwicklung verläuft demnach im großen und ganzen ziemlich gleichmäßig bis zum letzten Stadium. Eine geringe Zunahme der Entwicklungsdauer des einzelnen Stadiums mit Alter und Wachstum ist zu verzeichnen (vgl. Eliescu, 1932, und die anderen dort angegebenen Autoren). Ganz besonders lang aber ist das letzte Stadium; auch die Variationsbreite der Entwicklungsgeschwindigkeit ist beim letzten Stadium besonders groß. Aus dem Rahmen fällt das erste Stadium bei 10 °C heraus; dieses braucht hier 15 Tage, bis es die erste Häutung hinter sich

Entwicklungsdauer des Larvenstadiums von *Diprion pini* L.

Zahl der Tage vom Schlüpfen der Larve aus dem Ei bis	Temperatur in ° C	32	27	23	20	16	14	10
	1. Häutung nach Tagen . .	3	3	3	4	5	6	15
	Zwischenzeit	3	3	4	4	4	5	7
	2. Häutung nach Tagen . .	6	6	7	8	9	11	22
	Zwischenzeit	3	4	4	4	5	6	8
	3. Häutung nach Tagen . .	9	10	11	12	14	17	30
	Zwischenzeit	4	4	4	5	7	7	11
	4. Häutung nach Tagen . .	13	14	15	17	21	24	41
	Zwischenzeit	10	10	10	10	11	13	16
	5. Häutung nach Tagen . .	24	24	25	27	32	37	57
	Zwischenzeit	1	1	1	1	2	2	3
	Bis Einspinnen	25	25	26	28	34	39	60

bringt. Das erste Stadium scheint demnach gegen Kälte besonders empfindlich zu sein, in späteren Stadien ging die Entwicklung auch hier ohne große Schwierigkeiten weiter. Ein Vergleich der hier besprochenen Ergebnisse mit denen von Eliescu über die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven läßt erkennen, daß die Larven bei Eliescu sich viel langsamer entwickelt haben; möglicherweise ist die Güte des Futters von Ausschlag gewesen, durch weniger gutes Futter wird die Sterblichkeit sehr erhöht und die Entwicklungsgeschwindigkeit stark verzögert.

5. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse des Larvenstadiums.

Der Bereich der Überlebensfähigkeit von *Diprion* in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit ist sehr groß. In dieser Hinsicht ist also die untersuchte Art als euryök anzusprechen. Mit diesem Ergebnis steht in Übereinstimmung die geographische Verbreitung von *Diprion pini* L., welche sich nach Enslin (1916) außer auf das nördliche und mittlere Europa bis nach Spanien und Algier erstreckt. Auch in vertikaler Richtung ist *Diprion pini* L. weit verbreitet und kommt sowohl in subalpinen, wie in xerothermischen Gebieten vor. In den Versuchen ist eine Tendenz der Überlebensfähigkeit und der Entwicklungsgeschwindigkeit nach der trockenwarmen Richtung hin sehr deutlich wahrzunehmen, was wieder mit der Tatsache übereinstimmt, daß Massenvermehrungen vorwiegend in trockenwarmen Gegenden (z. B. Rheintal) vorzukommen pflegen.

Zur Frage der Generationenzahl hat sich herausgestellt, daß ein Stamm, bei dem im Freien nur eine Generation beobachtet wurde, sich weder durch hohe Temperatur, welcher das Larvenstadium und das Kokonstadium ausgesetzt waren, noch durch Wechsel der Temperatur und Luftfeuchtigkeit und auch nicht durch Unterkühlung zu einer zweiten Generation in einem Jahr treiben ließ.

Das enger umgrenzte Überlebensoptimum der Larven, bei dem vom Schlüpfen der Larve bis zu ihrem Einspinnen kein Todesfall zu verzeichnen war, liegt bei 17 ° C und etwa 90—40 % relativer Luftfeuchtigkeit. Ein grundsätzlicher Wechsel des Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsoptimums von Stadium I und älteren Stadien konnte nicht festgestellt werden. [1]) Der Temperaturbereich, der noch gut überstanden wird, geht vom Überlebensoptimum aus viel weiter nach oben als nach unten; ebenso steigt die Widerstandskraft gegen niedrige Luftfeuchtigkeit mit Erhöhung der Temperatur und fällt umgekehrt bei geringer Temperatur. Dagegen wird feuchte Luft besser bei niedriger und schlechter bei hoher Temperatur ertragen. Graphisch dargestellt liegen die Temperatur-Feuchtigkeitsextreme, welche am besten und am schlechtesten ertragen werden, gerade diametral gegenüber.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit steigt über dem Überlebensoptimum weiter an und hat etwa bei 28 ° C ihr Maximum erreicht (25 Tage).

Versuche über die Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit von der Luftfeuchtigkeit haben ergeben, daß die Entwicklung bei feuchter Luft unbedeutend beschleunigt wird; der Unterschied ist so gering, daß ihm für die Praxis keine Bedeutung zukommt.

Alternierende Temperatur bedingt gegenüber konstanter eine Erhöhung der Sterblichkeit, dagegen wird durch sie die Entwicklungsgeschwindigkeit beschleunigt. Die Sterblichkeit wird ganz bedeutend erhöht, wenn das Futter erst alle zwei Tage statt jeden Tag gewechselt wird, selbst wenn dieses nach außen noch einen ganz frischen Eindruck macht. Die Entwicklungsgeschwindigkeit wird bei schlechtem Futter bedeutend herabgesetzt! auch der Standort der Futterpflanze ist von großer Bedeutung.

Ältere Larven sind gegen Temperaturunterschiede nicht so empfindlich wie Eilarven, was die Sterblichkeit anbelangt; die Entwicklungsgeschwindigkeit wird auch bei ihnen durch Wechseltemperatur erhöht.

Bei täglichem Wechsel extremer Luftfeuchtigkeitsbedingungen im Temperaturbereich von 23 ° C zeigt sich ebenfalls der Nachteil des Einflusses hoher Luftfeuchtigkeit auf die Sterblichkeit; dagegen werden die Tiere durch den Feuchtigkeitswechsel instand gesetzt, niedere Luftfeuchtigkeitsextreme für kürzere Zeit besser zu ertragen, als dies bei dauernder Einwirkung der Fall wäre. Im Durchschnitt wird die Sterblichkeit durch den Luftfeuchtigkeitswechsel kaum erhöht und ebensowenig die Entwicklungsgeschwindigkeit beeinflußt. Wird der Versuch alternierender Luftfeuchtigkeit mit der hohen Luftfeuchtigkeitsstufe begonnen, dann ist die Sterblichkeit größer, als wenn die Eilarven zuerst

[1]) Die Ursache hierzu ist möglicherweise in der Eigenart des durchgehenden Versuchs zu suchen im Gegensatz zu dem mit jedem Stadium neu begonnenen.

der in diesem Temperaturbereich erträglicheren niedrigen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt wurden.

Die Sterbefälle in dem Versuch mit alternierender Luftfeuchtigkeit ereignen sich bereits im ersten Stadium, meist vor der Häutung, und dazu in der Regel in der ungünstigeren höheren Luftfeuchtigkeitsstufe.

Die größere Empfindlichkeit des ersten Stadiums wird erwiesen, wenn sich ungünstige Faktoren häufen, während im Serienversuch der nachteilige Einfluß ungünstiger Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbereiche nicht sofort im Stadium I zum Ausbruch zu kommen braucht.

Die Entwicklungsdauer vergrößert sich vom Stadium I bis zum letzten Fraßlarvenstadium nur wenig, das letzte aber benötigt ungefähr die doppelte Zeit. Nur bei 10 ° macht das erste Stadium eine Ausnahme, indem dieses infolge der niedrigen Temperatur ungewöhnlich lange braucht bis zur ersten Häutung, ist diese überstanden, dann geht die Entwicklung auch in dieser Temperaturstufe normal vor sich. Im allgemeinen fällt die große Variationsbreite der Entwicklungsgeschwindigkeit auf, selbst wenn es sich um einen reinen Männchenversuch handelt, also die Zahl der Stadien gleich ist.

6. Das Kokonstadium.

Biologisch betrachtet ist zwar die Bezeichnung Konkonstadium nicht ganz richtig, weil dieses zugleich das Eonymphen-, Pronymphen-, Puppen-, und streng genommen sogar einen kurzen Teil des Imaginalstadiums umfaßt, aber in ökologischer Hinsicht bildet doch das ganze Kokonstadium eine gewisse Einheit bezüglich des Aufenthaltsortes und des Geborgenseins in dem schützenden Gespinst. Durch das zähe und feste Gespinst ist die Larve sehr gut gegen die Außenwelt abgeschlossen, man kann sagen, die Larven sind hier unabhängiger als das Ei in den Nadeln. Wenn nun der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf das Kokonstadium untersucht wird, geht die Wirkung also jedesmal erst über das schützende Gespinst. Versuche, die Nymphen des Gespinstes zu entkleiden und sie dieses Schutzes beraubt bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufzuziehen, scheiterten, die Tiere vertrockneten sehr bald. Nur wenn das Pronymphenstadium bereits erreicht war, oder noch besser bei der Puppe gelang die Aufzucht bei 90 % relativer Luftfeuchtigkeit. Es geht daraus hervor, daß der Kokon eine sehr große ökologische Bedeutung für das Nymphenstadium hat.[1])

Zur Untersuchung des Kokonstadiums wurden Tiere des vorletzten und letzten Fraßlarvenstadiums in der Umgebung von München gesammelt, und, sobald sie sich eingesponnen hatten, dem Serienversuch ausgesetzt. Die Versuchsanordnung und die Zahl der Tiere vgl. S. 333 ff.

---

[1]) Es wäre sehr interessant, dazu im Vergleich die im Boden frei überwinternden *Lyda*larven zu untersuchen; auch die Generationenverhältnisse sind bei *Lyda* besonders interessant. Sehr schöne Freilandbeobachtungen über einen Schadfraß von *Lyda arvensis* Panz. bringt Boas (1934).

Um den Versuch den natürlichen Verhältnissen anzupassen, müßte er eigentlich in der gleichen Temperaturfolge durchgeführt werden, wie sie dem Freiland entspricht, d. h. die Tiere müßten im Herbst mäßiger Wärme, im Winter Kälte und im Frühjahr wechselnder Temperatur ausgesetzt werden. Aber zur Herstellung der winterlichen Temperatur in größerer Abstufung fehlte die nötige Apparatur, ferner war anzunehmen, daß gerade das Kokonstadium besonders widerstandsfähig sein würde.[1]) Deshalb wurde ein orientierender Versuch durchgeführt zur Feststellung der Frage, wie *Diprion pini* L. im Kokonstadium sich gegen Temperaturen verhält, die normalerweise nicht in den Entwicklungsbereich fallen. Bei anderen Entwicklungsstadien stellt man auch soweit wie möglich noch die Wirkung ungewohnter Temperaturextreme fest. Außerdem hat sich gerade durch frühere Untersuchungen gezeigt (vgl. Gößwald, 1934 c), daß man gerade durch Untersuchungen über die Reaktionsfähigkeit eines Entwicklungsstadiums auf ungewohnte Temperaturbereiche zu einer ungewöhnlichen Zeit sehr interessante Schlüsse auf die ökologische Eigenart ziehen kann.[2])

Diese Erwägungen waren also die Ursache, weshalb auch *Diprion pini* L. unter solchen anormalen Bedingungen im Kokonstadium während des Winters einer Probe auf ihre ökologische Valenz unterzogen wurde. Als Ergebnis stellte sich heraus, daß *Diprion pini* L. zu einem ziemlich ungebundenen Typ gehört; nun fehlt

---

[1]) Vgl. Fintelmann (1839), der 4000 Kokons ohne einen einzigen Verlust aufgezogen hat.

[2]) Unter diesem Gesichtspunkt wurde das Kokonstadium von zwei Dipterenarten dem Serienversuch ausgesetzt. Die eine Art, *Parasetigena segregata* Rond., ein echter Parasit der Nonne, ist biologisch spezialisiert, und es war daher auch eine strenge ökologische Gebundenheit zu vermuten. Tatsächlich zeigte sich, daß die Art einen sehr engen Bereich der Entwicklungsmöglichkeit besitzt, mit geringen Ausnahmen starben die Tönnchen bei unnatürlich hohen Temperaturen ab, ferner ergab sich, daß die große Masse sich durch hohe Temperatur nicht zur schnelleren Entwicklung veranlassen ließ. Die Tiere schlüpften bei konstanter niedriger Temperatur gerade zu der Zeit, in der im Freien die Wirtstiere vorhanden zu sein pflegen. Hier handelt es sich also um einen sowohl biologisch, wie ökologisch streng gebundenen Typ. Die zweite Diptere war die Aasfliege *Sarcophaga Schützei* Kram. Diese ist als Aasfliege biologisch sehr wenig gebunden und die gleiche Ungebundenheit stellte sich auch für ihre ökologische Eigenart heraus. Zunächst entwickelten sich bei dieser Aasfliege die Imagines ganz unabhängig von der Jahreszeit bei hoher Temperatur viel früher, als die Tiere im Freiland zu erscheinen pflegen, ferner folgte hier auch die Sterblichkeit dem Entwicklungsgeschwindigkeitsoptimum. Dazu kommt noch, daß *Sarcophaga Schützei* gegen alle untersuchten Feuchtigkeitsstufen von 100 bis zu 35, und zum Teil sogar bis zu 20 % sich unempfindlich erwies, während die Imagines der *Parasetigena segregata* nur bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit schlüpften, obwohl doch beide im Tönnchenstadium im gleichen Biotyp (feuchter Waldboden) überwintern. Solche Gegensätze wären bei einer Beschränkung der Untersuchung auf die natürlichen Temperaturen nicht festzustellen gewesen. Und doch sind gerade sie eine bedeutsame Stütze bei der Beurteilung der ökologischen Eigenart eines Insektes.

allerdings als Vergleich ein Kokonstadium einer oder mehrerer anderer Blattwespenarten, und es empfiehlt sich daher eine vorsichtige Auswertung der Ergebnisse.

a) Die Entwicklungsfähigkeit bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Auch in diesem Versuch gelang es, eine Luftfeuchtigkeitsstufe ohne einen einzigen Verlust durchzuführen (vgl. Abb. 5). Die Kokons lagen in bereits S. 333 ff. erwähnten mittelgroßen Schalen, die Salze mußten der langen Dauer des Versuches entsprechend oft erneuert werden. Der Bereich größter Überlebensfähigkeit liegt bei 16 °C, befindet sich also nicht im natürlichen Tem-

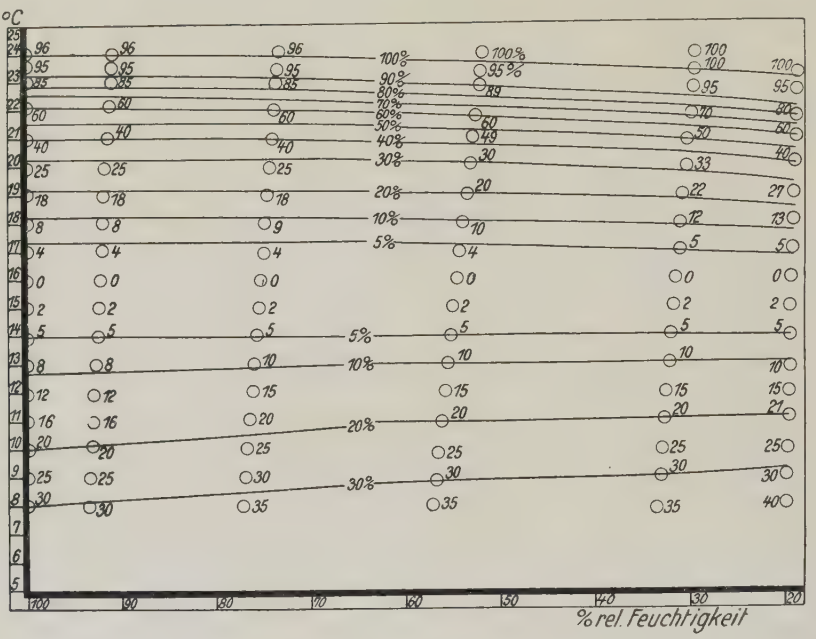


Abb. 5. Isomortalen des Kokonstadiums von *Diprion pini* L. bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

peraturbereich, auch dann nicht, wenn man die gesamte Durchschnittfreilandtemperatur als Vergleich nimmt. Schon allein durch diese Tatsache kommt zum Ausdruck, daß *Diprion pini* L. nicht zu dem enggebundenen Typ gehört, sondern eine gewisse Unabhängigkeit von den Außenfaktoren besitzt, wie sich auch bei dem Larvenstadium eine Entwicklungsmöglichkeit noch außerhalb des natürlichen Temperatur-Feuchtigkeitsbereiches gezeigt hat. Doch besaß das Larvenstadium eine deutliche Tendenz der Entwicklungsfähigkeit nach oben, also auf hohe Temperatur zu, das Kokonstadium dagegen ist gegen niedrige Temperatur unempfindlicher. Bei 24 °C ist bereits für das Kokonstadium bei Dauereinwirkung die obere Grenze der Lebens-

möglichkeit erreicht, während beim Larvenstadium hier, und noch weit darüber hinaus, eine sehr hohe Lebensfähigkeit zu erkennen ist. Umgekehrt hat das Kokonstadium bei tieferer Temperatur (8 ° C) noch verhältnismäßig eine geringe Sterblichkeit (30—40 %) und das Larvenstadium dagegen bei Dauereinwirkung niederer Temperatur hier seine untere Lebensgrenze erreicht. Insofern kann man also doch von einer gewissen Abhängigkeit sprechen, als das Entwicklungsstadium des Sommers zu hoher, das des Winters dagegen zu niederer Temperatur neigt. Trotz dieser durch die Jahreszeit bedingten Neigung muß doch *Diprion pini* wegen der Möglichkeit der Entwicklung bei einer über den Freilanddurchschnitt liegenden Temperatur als wenig gebunden bezeichnet werden.

Die Unabhängigkeit der Entwicklungsfähigkeit von der Feuchtigkeit ist noch viel größer. Beim Kokonstadium war kaum ein Unterschied in der Widerstandsfähigkeit gegen die einzelnen Feuchtigkeitsstufen zu bemerken. Soweit überhaupt niedere Luftfeuchtigkeit eine nachhaltige Wirkung ausübte, wurde sie hier wieder am besten im Bereich des Überlebensoptimums ertragen (bei 16 ° C, vgl. Abb. 5). Hier wurden in allen untersuchten Feuchtigkeitsbereichen eine 100prozent. Entwicklung bis zur Imago erzielt. Auch in extremen oberen und unteren Temperaturbereichen ist die Sterblichkeit bei den verschiedensten Luftfeuchtigkeitsstufen fast gleich; durch die ganze Versuchsreihe ist der Unterschied der Sterblichkeit zwischen hoher und niedriger Luftfeuchtigkeit nie größer als 5 %. Bei dem unbedeckten Fraßlarvenstadium waren gerade in den Temperaturextremen die Sterblichkeitsunterschiede sehr groß, obwohl das Fraßlarvenstadium an sich ebenfalls sehr widerstandsfähig ist. Der fast geradlinige Verlauf der Kurven des Mortalitätsdiagramms scheint daher typisch für eine durch Kokon oder Gespinst vor der Einwirkung von Luftfeuchtigkeitsunterschieden geschütztes Entwicklungsstadium zu sein. Nach einem Bericht von Spangenberg (1905) sind die Kokone auch im Freiland sehr widerstandsfähig gegen Kälte, Wärme, Feuchtigkeit und Trockenheit, dagegen verlangen sie freien Luftzutritt.

b) Die Entwicklungsgeschwindigkeit des Kokonstadiums.

Bei der Überlegung über die Auswertung der Entwicklungsgeschwindigkeit ist vor allem in Betracht zu ziehen, daß der Versuch zu einer Jahreszeit durchgeführt wurde, in der normalerweise nicht die Temperatur herrscht, die dargeboten wurde. Mit ein Ziel war, festzustellen, ob der Stamm von *Diprion pini* L. mit einmaliger Generation im Jahr sich zur Entwicklung einer zweiten Generation veranlassen läßt. Diese Frage muß nach dem Versuchsergebnis verneint werden. Wie ein orientierender Versuch des folgenden Jahres zeigte, wäre auch durch Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswechsel oder Unterkühlung nichts an dieser Tatsache geändert worden. Das Schlüpfen einiger

weniger Individuen bedeutet gegenüber dem Verhalten der großen Masse nichts. Auch wenn die Larvenpopulation bereits bei hoher Temperatur aufgezogen worden war, ließ sich das hieraus hervorgehende Kokonstadium nicht treiben. Es scheint demnach, daß bei *Diprion pini* ökologische Rassen mit mehr oder minder bestimmten Erbeigenschaften vorliegen. Allerdings müßte erst, um solche Schlüsse mit Bestimmtheit ziehen zu können, nachgewiesen werden, daß sämtliche Bedingungen, die im Freiland als maßgebend für eine zweite Generation in Betracht kommen, erfüllt sind.

Bei der Entwicklungsgeschwindigkeit ist von großer Bedeutung der Zeitfaktor. Es ist ein großer Unterschied, ob der Versuch durchgeführt wurde in einem Zeitpunkt, welcher der natürlichen Entwicklungsperiode nahe liegt, oder ob mit der Einwirkung hoher Temperatur, die den Zweck der Entwicklungsbeschleunigung haben soll, zu einem Zeitpunkt der natürlichen Ruhe des Entwicklungsstadiums begonnen wurde (vgl. hierzu die verzögerte Entwicklung von *Dendrolismus pini* L. - Raupen im Winter auch bei hoher Temperatur, Gößwald, 1934 d). In dem vorliegenden Versuch nun zeigte sich, daß das frühe Aussetzen der Kokons an eine hohe Temperatur überhaupt keine Beschleunigung der Entwicklung zur Folge hatte, viel eher eine Verzögerung. Die Tiere schlüpften von Spätmai bis August, zum Teil also später, als der Versuch im vorhergehenden Jahr angesetzt worden war. Besonders hohe Temperatur wirkte entwicklungszögernd (vgl. Abb. 6), dazu ist die Variationsbreite außerordentlich groß, alles zusammen läßt nur einen sehr unsicheren Schluß zu, daher wurden die Kurven der Entwicklungsdauer und Entwicklungsgeschwindigkeit nicht ausgezogen.

Wie bereits früher erwähnt, ist die obere Grenze der Entwicklungsmöglichkeit schon etwa bei 26 °C erreicht; auch bei 24 °C ist die Sterblichkeit schon sehr hoch, bei 23 °C beträgt sie immer noch 60 %. Die Individuenzahl, die also hier zur Ausrechnung zur Verfügung steht (Ausgangszahl für jeden Temperatur- und Luftfeuchtigkeitseinzelversuch 2mal 30), ist für die Berechnung der Entwicklungsgeschwindigkeit nicht mehr sehr groß, auch daher mag die etwas unklare Entwicklungsgeschwindigkeitskurve rühren. Soweit unter den aufgeführten Umständen ein Schluß zulässig ist, ergibt sich ein mittlerer Bereich der Entwicklungsdauer vom Tag des Einspinnens gerechnet bis zum Schlüpfen von 343—366 Tagen, also nur ein ganz kleiner Unterschied von 23 Tagen, woraus ebenfalls hervorgeht, daß der Zeitfaktor viel bedeutsamer ist, als der Temperaturfaktor. Zudem liegt noch der Punkt der längsten mittleren Entwicklungsdauer bei dem höchsten, noch ertragbaren Wärmegrad. Am schnellsten ging die Entwicklung vonstatten bei 14 °C, diesmal ganz wenig

[1]) Am 20. Juli 1932 etwa war dieser Serienversuch angesetzt worden, die Imagines schlüpften zu einem großen Teil also erst zu einem Zeitpunkt, in dem die Nachkommenschaft sich schon wieder hätte einspinnen sollen.

unter dem Bereich des Überlebensoptimums (vgl. hierzu bei Fraßlarve über dem Überlebensoptimum). Von hier aus fällt die Entwicklungsgeschwindigkeit gegen höhere und niedere Temperatur zu, gleichmäßig im Mittelwert, aber unbedeutend.

Die Darstellung der Entwicklungsgeschwindigkeit des Kokonstadiums bezieht sich wie bei den früher besprochenen Entwicklungsstadien auf den Mittelwert. Besonders auffällig ist die lange Dauer der Schlüpfperiode, auch in ein und derselben Temperaturstufe, z. B. bei 16 ° C von Ende Mai bis Mitte August. Aus dem Freiland liegen Beobachtungen über ähnlich lange Dauer der Schlüpfzeit vor. Dazu kommt nun noch die bemerkenswerte Tatsache, daß sowohl in jeder Temperaturstufe für sich, wie in dem ganzen Serienversuch zusammen betrachtet sich deutlich zwei Gipfelpunkte des Schlüpfens feststellen lassen. Der erste fällt in die Zeit vom 15.—20. Juli (23 Imagines pro Tag, der zweite vom 2. bis 12. August (46 pro Tag); dabei ist die Zahl der geschlüpften Individuen

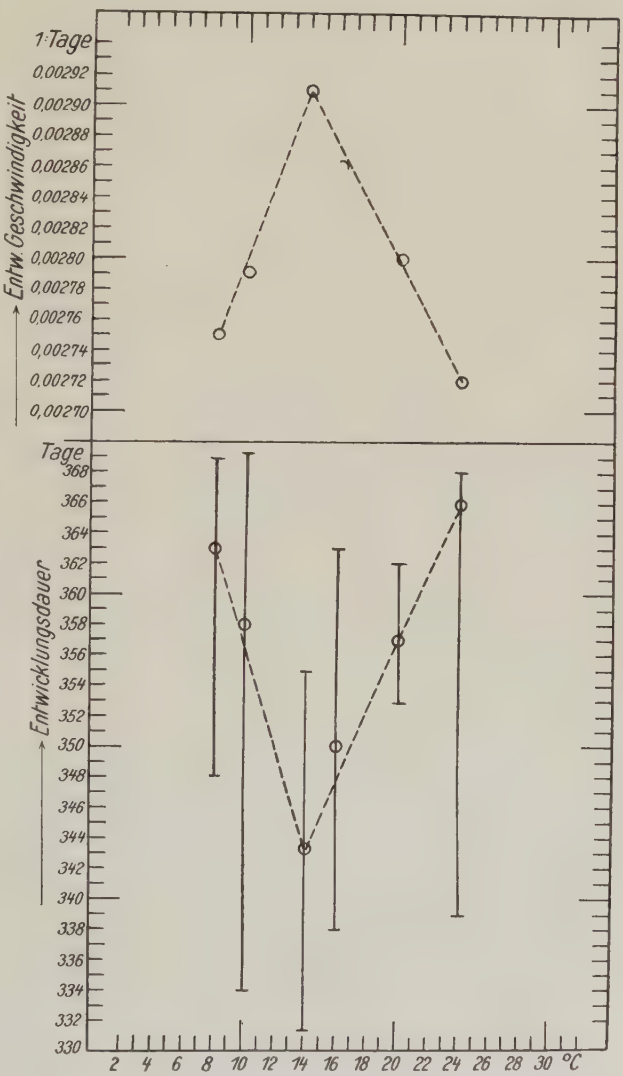


Abb. 6. Entwicklungsdauer und Entwicklungsgeschwindigkeit des Kokonstadiums von *Diprion pini* L. bei verschiedener Temperatur.

bei der zweiten Schlüpfperiode etwa doppelt so groß wie bei der ersten. Vor, nach und zwischen diesen beiden Höhepunkten des Schlüpfens beträgt die Zahl der ausgekommenen Individuen nur 1—2 pro Tag. Diese Erscheinung, die besonders auffällig bei dem Versuch mit künstlichen Temperaturbedingungen ist, steht in der Literatur auch bei Versuchen mit Kokons, die im Freiland eingesammelt worden waren, nicht vereinzelt da. Aus den Angaben von Fintelmann (1839, S. 255 u. 256) sind sehr deutlich zwei Höhepunkte des Schlüpfens zu entnehmen, der erste bis 20. April (genauer ist dieser wieder eingeteilt in eine Schlüpfperiode vom 20.—22. April, dann Pause bis 12. Mai, dann wieder starkes Schlüpfen vom 12.—16. Juni mit geringfügigen Unterbrechungen) bis 16. Juni. Nach 16. Juni tritt eine Pause bis zum 8. Juli ein, in dieser Zwischenzeit war die Zahl der Individuen unbedeutend, zwischen 8. und 12 Juli entwickelte sich der Rest, in diesen zwei Tagen mehr, als in der ganzen vorhergehenden Schlüpfzeit, was mit der oben erwähnten Beobachtung übereinstimmt, derzufolge die Zahl der Imagines in der zweiten Schlüpfperiode etwa doppelt so stark war wie die in der ersten. Fintelmann stellte dabei noch fest, daß in der Zeit zwischen 26. April und 30. Juni Männchen und Weibchen immer in einer derartigen Reihenfolge mit Pause schlüpften, daß die Tiere stets sterben mußten, bevor ein Individuum des anderen Geschlechtes geschlüpft war. Die Begattung wurde so unmöglich gemacht. In der zweiten Schlüpfperiode zwischen 8. und 10. Juli war dann erst Begattung möglich; in Übereinstimmung standen die diesbezüglichen Beobachtugnen aus dem Freiland über die späte Schwärmzeit des Jahres 1835, während diese in den drei vorhergehenden Jahren bereits im Mai begann.

Eckstein (1893) unterscheidet bereits zwei Hauptperioden des Schlüpfens von *Diprion pini* L., und zwar im Jahr 1892 die erste vom 1.—20. Mai, die zweite vom 12. Juni bis 4. Juli (die Parasiten waren gerade in der Zwischenzeit geschlüpft; in Übereinstimmung mit seinen Laboratoriumsbeobachtungen hat Eckstein auch im Freiland dementsprechend zwei Flugperioden der einen Generation beobachtet, außerdem eine zweite Generation im Juli.

Es ist schwer, irgend-eine Regel in die Entwicklung von *Diprion pini* zu bringen. Der Bereich der ertragbaren Temperatur und Luftfeuchtigkeit ist sehr groß, die Entwicklungsdauer sehr unregelmäßig, die Tiere schwärmen nach übereinstimmenden Beobachtungen aller Autoren sehr lang (2—3 Monate), dabei lassen sich noch zwei verschiedene Höhepunkte unterscheiden. Ferner ist die Zeit des ersten Erscheinens sehr unbeständig, die ersten Blattwespenimagines können im April oder im Juni kommen, das alles ist an ein und demselben Ort möglich; auch die Generationenfrage ist durchaus nicht geklärt, wenn auch in kälteren Gegenden eine Generation und in wärmeren zwei überwiegen mögen.

7. Geschlechtsverhältnis.

Das Verhältnis der Männchen zu Weibchen an dem gleichmäßig angesetzten Material erwies sich wie 1 : 4. Fintelman (1839) stellte an Imagines das Verhältnis 37 zu 63 fest, Eckstein (1893) 35 zu 65, Hertz (1933) gibt den Prozentanteil der Männchen mit 34 % an, also stets ein Überwiegen der Weibchen, was um so auffälliger ist, da die *Diprion*weibchen imstande sind, auf parthenogenetischem Wege Männchen zu erzeugen, so daß eigentlich die Wahrscheinlichkeit für die Aufzucht von Männchen größer wäre.

Die Männchenlarven von *Diprion pini* haben ein Stadium weniger und spinnen sich infolgedessen eher ein (vgl. Eliescu 1932). Sie gelangen so auch eher zur Imaginalreife und so kommt es, daß für die erste Zeit den Männchen keine Weibchen zur Verfügung stehen. Einen kurzen Überblick mögen folgende Daten geben: Im April schlüpften 3 Männchen ohne ein Weibchen, bis zum 20. Mai wieder 3 Männchen ohne Weibchen, erst ab Ende Mai war das Geschlechtsverhältnis zeitlich ausgeglichen, indem noch 5 Männchen und 6 Weibchen schlüpften. Im Juni schlüpften 23 Männchen und 41 Weibchen. Im Juli 29 Männchen und 121 Weibchen, im August 15 Männchen und 80 Weibchen. Das gleiche Ergebnis lieferte ein Kontrollversuch.

Im Verlauf der Entwicklung war das Geschlechtsverhältnis folgendermaßen zusammengesetzt: Beim Schlüpfen Männchen zu Weibchen wie 1 zu 3, beim Überliegen Männchen zu Weibchen wie 1 zu 8, Sterbefälle Männchen zu Weibchen das gleiche Verhältnis wie bei den versponnenen Kokons wie 1 zu 4. Auffallend ist der große Anteil der Weibchen im Überliegen. Dadurch würde das Geschlechtsverhältnis der normal geschlüpften Weibchen etwas ungünstiger als dies ursprünglich beim Einspinnen der Fall war und stimmt dann in dem Verhältnis 1 zu 3 besser mit den Beobachtungen der oben erwähnten Autoren überein.

Die Tatsache, daß die Weibchen in größerer Zahl überliegen, scheint nicht unwichtig. Nach Beobachtungen von Eckstein (1893) ist ebenfalls zu entnehmen, daß die Weibchen in größerer Zahl überliegen als die Männchen; bei den normal geschlüpften Imagines verhielt sich die Zahl der Männchen zu Weibchen wie 1 zu 2, bei den ein Jahr übergelegenen aber etwa wie 1 zu 4. Die Männchen haben in systematischer, in biologischer Hinsicht die phylogenetisch alten Merkmale häufig viel besser erhalten als die Weibchen. Wenn sich durch weitere Beobachtungen ergibt, daß die Männchen auch die ökologisch-physiologischen Anlagen besser erhalten haben, dann wäre vielleicht daraus der Schluß gerechtfertigt, daß bei *Diprion pini* der ursprüngliche Generationenwechsel der zweimalige im Jahr ist, der einjährige erst nachträglich auf Grund von Klimaschwankungen erworben wurde und daß das mehrjährige Überliegen die jüngste Erscheinungsform ist. Vorläufig scheint diese Hypothese eine sehr gewagte Annahme, doch

läßt sie sich durch eine Reihe von biologischen Befunden begründen. [1])

Von welchen Faktoren das Geschlechtsverhältnis von *Diprion pini* bedingt ist, läßt sich noch nicht erkennen. Infolge der Möglichkeit der parthogenetischen Männchenerzeugung liegen hier ganz besondere Verhältnisse vor, die am besten durch Freilandbeobachtungen zu erkennen wären.

8. Überliegen des Kokons.

Eliescu (1932, S. 195) führt das Überliegen der Kokons auf die Einwirkung trockener Luft zurück: „Die andauernde trockene Luft, in der die Larven groß gezogen wurden, mag hier wohl die Veranlassung gewesen sein, daß aus diesem Versuch so viele Kokons zum Überliegen kamen". Vorausgeschickt sei, daß Eliescu Freilandmaterial verschiedener Herkunft und verschiedener Jahrgänge (1928 und 1929) miteinander auf eine Vergleichsbasis bringt, ferner waren in dem Versuch noch andere einflußreiche Faktoren variant. Im Fall des stärksten Überliegens (65,3 %) waren die Larven einzeln in Präparatenröhrchen, die mit Stoffgaze zugebunden waren, gehalten worden, im zweiten (31,8prozent. Überliegen) wurden sie einzeln in Petrischalen aufgezogen, im dritten (9,2—10,7 %) waren sie in größeren Zuchtbehältern gemeinsam aufgezogen worden. Es muß zugegeben werden, daß der Feuchtigkeitsgehalt in den Versuchen Eliescus mit der Zunahme des Überliegens fällt, aber bewiesen scheint noch nichts, da außer der Feuchtigkeit auch noch andere wesentliche Faktoren ungleich waren. In dem vorliegenden Serienversuch, in dem die Larven sofort nach ihrer Einspinnung den verschiedensten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen ausgesetzt worden waren, ergab sich kein Unterschied des Überliegens, der durch Feuchtigkeit bedingt gewesen wäre, ebensowenig zeigte sich ein diesbezüglicher Unterschied in der Sterblichkeit. Die Durchschnittszahlen des Überliegens betragen bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit 18 %, bei 90 % relativer Luftfeuchtigkeit 17 %, bei 80 % relativer Luftfeuchtigkeit 21 %, bei 55 % relativer Luftfeuchtigkeit 18 %, bei 35 % relativer Luftfeuchtigkeit 23 % und bei 20 % relativer Luftfeuchtigkeit 20 %; also ist durchaus keine Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit zu erkennen. Das Ergebnis des Versuches, in dem die Tiere schon im Larvenstadium verschiedenen Luftfeuchtigkeitsbedingungen ausgesetzt wurden, steht noch aus. Für die Larvenentwicklung hat sich gezeigt, daß die Entwicklung um so besser ist, je größer die Versuchsschalen sind. Eine Durchschnittsgröße, die für Lepidopteren geeignet ist, war bereits für kleine *Diprion*larven unerträglich. In den großen Schalen dagegen war die Sterblichkeit sehr gering, aber die Tiere waren nur mit ganz wenigen Ausnahmen (bei hoher Temperatur) zur

[1]) Vgl. z. B. die viel größere Ursprünglichkeit der Männchen bei vielen sozialen Hymenopteren, sowohl im System wie in der Lebensweise, im Vergleich zu den stark spezialisierten Weibchen, vgl. aber auch Termiten.

sofortigen Entwicklung zur Imago zu bringen, die einer zweiten Generation entsprochen hätten. In den großen Reservezuchtbehältern war die Zahl der geschlüpften Individuen zwar auch gering, aber doch deutlich größer als in den Schalen des Serienversuches; dabei entsprach die Temperatur hier etwa nur der Mitteltemperatur des Serienversuches. Allerdings war die Reservezucht den Sonnenstrahlen zeitweise ausgesetzt, während der Serienversuch sich mit mäßigem diffusem Licht begnügen mußte. Es bliebe noch zu untersuchen, wie weit sich die Enge des Raumes auf die Larven- und nachfolgende Imaginalentwicklung auswirkt bezüglich des Überliegens. Auch bei Eliescu war die Zahl der gleich geschlüpften Individuen mit der Größe des Raumes gewachsen. Welche Bedeutung der Raum für die Entwicklung eines Insekts haben kann, allerdings in einem anderen Zusammenhang, vergleiche z. B. Hoffmann (1933) und Smirnow und Polejaeff (1934). Die endgültige Entscheidung über den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf das Schlüpfen kann erst die Auswertung des Serienversuches bringen, in dem bereits das Larvenstadium unter sonst gleichen Bedingungen verschiedenen Luftfeuchtigkeitsstufen ausgesetzt worden war.

Auch der Einfluß der Temperatur war in dem Serienversuch, der mit dem Kokonstadium begonnen worden war, auf das Überliegen nicht groß. Bei Temperaturstufe 24 ° C konnte keine überliegen, da fast alle gestorben waren. Bei 20 ° C waren durchschnittlich 19 % übergelegen (Mortalität 30 %), bei 16 ° C überlagen 19 % (kein Sterbefall), bei 14 ° C ebenfalls 19 % (Mortalität 5 %), bei 10 ° C überlagen 15 % (Mortalität 20 %), bei 8 ° C 29 % (Mortalität 30 %). Bis zu der niedersten untersuchten Temperaturstufe übte also die Temperatur keinen Einfluß auf das Überliegen aus. Die nachteilige Wirkung scheint erst bei 8 ° C zu beginnen.

Fintelmann (1839) erwähnt bereits die Tatsache des Überliegens. Von den übrigen Autoren sei auf Eckstein (1893) verwiesen, der feststellte, daß Larven nicht nur ein-, sondern zweimal über liegen können. Nach De Fluiter (1932) kommt ein Überliegen sowohl der ersten wie der zweiten Generation vor. Man kann die Fähigkeit des Überliegens der Blattwespen als einen Schutz gegen das Aussterben der Art bei plötzlich eintretenden Wetterkatastrophen auffassen. Es scheint nicht erwiesen, daß äußere Faktoren allein die Ursache des Überliegens sind.

9. Zusammenfassung der Ergebnisse des Kokonstadiums.

Das Kokonstadium zeichnet sich infolge des guten Schutzes, den ihm das zähe Gespinst gewährt, durch große Widerstandsfähigkeit gegen die untersuchten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsstufen aus. Die gute Schutzwirkung des Gespinstes kommt in dem sehr geradlinigen Verlauf der Isomortalen bei extremen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen zum Ausdruck. Ohne die schützende Hülle ist auch das Nymphenstadium gegen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsextreme empfindlich.

Die Untersuchung über die Schlüpffähigkeit des Kokonstadiums im Winter bei warmen Temperaturen hat ergeben, daß *Diprion pini* L. zu den wenig gebundenen Arten gehört, d. h. es werden Temperaturen ertragen, die über der Durchschnittstemperatur des Freilandes liegen, dabei liegt das Optimum der Überlebensfähigkeit unter diesen Bedingungen sogar bei 16 ° C. Von dem Fraßlarvenstadium zeigt sich in Abhängigkeit von der Temperatur insofern ein Unterschied, als letzteres außerhalb des eigentlichen Temperaturüberlebensoptimums einen viel größeren Lebensbereich nach der höheren Temperatur zu besitzt, während das überwinternde Kokonstadium gerade umgekehrt gegen kältere Temperatur widerstandsfähiger ist, als gegen warme.

Bemerkenswert ist bei der Entwicklungsdauer, daß innerhalb der an sich sehr lange dauernden Schlüpfperiode zwei Höhepunkte des Schlüpfens herauszulesen sind, in Übereinstimmung mit den Befunden von verschiedenen Autoren aus dem Freiland.

Das Geschlechterverhältnis des eingesammelten Larvenmaterials war im Verhältnis Männchen zu Weibchen wie 1 zu 4, das gleiche Verhältnis bestand bei den eingegangenen Individuen, das Verhältnis der Geschlüpften war wie 1 zu 3, das der Übergelegenen wie 1 zu 8. Die Weibchen zeigten also eine größere Neigung zum Überliegen. Andrerseits sind die vereinzelten Frühschlüpfer stets Männchen gewesen. Eine Möglichkeit, die Tiere durch Temperatur- und Feuchtigkeitsversuche zu einer zweiten Generation zu bringen, bestand nicht. Bei dem verwendeten Material scheint es sich demnach um einen festfixierten einjährigen Stamm zu handeln.

10. Zur Frage nach dem kritischen Stadium.

Im Rahmen dieser Arbeit soll als kritisches Stadium dasjenige bezeichnet werden, welches am hinfälligsten ist gegen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbereiche, wie sie im Laboratorium geboten wurden.

Das Ei ist besonders empfindlich gegen Trockenheit, doch liegt es derart geschützt in den Nadeln, daß das trockene Wetter schon ganz extreme Formen annehmen muß, wenn eine nachteilige Wirkung erzielt werden soll. Das gleiche gilt für die Ablage der Eier. Eine Untersuchung der *Diprion*eier gegen extrem niedrige Temperatur steht noch aus. Soweit untersucht, dürfte das Eistadium ziemlich unabhängig sein.

Das Larvenstadium ist das aufbauende Entwicklungsstadium und steht als solches in engstem Konnex mit der Umwelt. Im allgemeinen hat sich das Larvenstadium als sehr widerstandsfähig gegen den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit erwiesen, die Grenzen geringer Sterblichkeit liegen sehr weit auseinander. Unter der Voraussetzung, daß die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitseinflüsse in ähnlicher Weise auf die Blattwespenpopulation einwirken, wie in dem Laborversuch, würde die durch Klima verursachte Mortalität viel zu gering sein, um eine Massenvermehrung ver-

ringern zu können. Bei wechselnder Temperatur ist die Mortalität zwar größer, aber immer noch bei weitem nicht ausreichend. In Übereinstimmung mit dieser Feststellung steht die Beobachtung aus dem Freiland, derzufolge die Blattwespenkolonien im Freiland im letzten Larvenstadium noch eine recht erhebliche Individuenzahl haben, auch dann, wenn eine Verschmelzung einiger Stämme nicht möglich war. Im großen genommen wäre also das freilebende Larvenstadium ebensowenig gegen die Einflüsse normaler Temperatur und Luftfeuchtigkeit als kritisch anzusprechen, wie das Eistadium. Wenn dagegen plötzliche Wetterstürze auftreten, die einen mehr zufälligen Charakter haben, wie Hagel und Frost, dann sind diese wohl imstande, die Larven mehr oder weniger zu vernichten. So berichtet Fintelmann (1839), daß im Herbst 1833 infolge plötzlich eintretenden Frostes eine große Menge Larven erstarrt auf dem Boden liegend gefunden wurde, die nicht mehr zum Einspinnen kommen konnten, so daß im nächsten Jahr die Art ziemlich dezimiert war. Aber solche zufällige Witterungsfaktoren können bei jedem dafür empfänglichen Entwicklungsstadium einsetzen (hier Ei, Larve, Imago), sie sind sicher wichtig, fallen aber nicht in den Rahmen der Untersuchung.

Innerhalb des Fraßlarvenstadiums scheint das erste wieder gegen Witterungseinflüsse am empfindlichsten zu sein, doch ist die Sterblichkeit mit älteren Stadien verglichen nicht so groß, daß man das erste Larvenstadium als das kritische bezeichnen könnte.

Das Kokonstadium war außerordentlich widerstandsfähig gegen alle untersuchten Einflüsse, soweit sie für das Freiland in Betracht kommen können. Sofort nach dem Einspinnen einwirkende dauernd hohe Temperatur wirkt allerdings tödlich, aber dieser Faktor kommt unter natürlichen Verhältnissen nicht in Betracht. Soweit aus den Laboruntersuchungen ein Schluß gezogen werden kann, darf auch das Kokonstadium nicht als kritisch bezeichnet werden. Das zähe Gespinst bietet einen guten Schutz. Damit steht in Übereinstimmung eine Notiz von Spangenberg, derzufolge das Kokonstadium sehr widerstandsfähig ist gegen Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Trockenheit.

Über das Imaginalstadium wurden spezielle Versuche nicht angestellt. Inwieweit dieses in Anhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit kritisch werden kann, ist im Laboratorium schlecht zu untersuchen. Die Imagines haben eine kurze Lebensdauer von nur wenigen Tagen, müssen also innerhalb eines engen Zeitraumes mit der Eiablage fertig sein, doch ist anzunehmen, daß die Tiere im Freien die Möglichkeit besitzen, die Zeit des Ausschlüpfens aus dem Kokon der Witterung entsprechend zu regeln. Aber auch wenn die Imago geschlüpft ist, scheint die Gefahr des Frostes nicht sehr groß, Hertz (1933) stellte fest, daß die Blattwespen imstande sind, eine Stunde lang Temperatur von — 2 ° C zu ertragen, — 1 ° C wird sogar 24 Stunden lang überstanden. Wenn tatsächlich eine größere Zahl von Individuen durch Frost zugrunde gehen sollte, so schadet das nicht viel, da die

Wespen eine sehr lange Schlüpfdauer von über 3 Monate haben, wobei die Hauptmasse erst erscheint, wenn alle Frostgefahr vorüber ist. Gefährdet wird durch diese Verspätung allerdings das Larvenstadium in Gebieten mit früh einsetzendem Winter.

Soweit sich auf Grund von Laborbeobachtungen etwas aussagen läßt, kann kein Entwicklungsstadium als besonders kritisch bezeichnet werden. Über die Bedeutung der einzelnen Entwicklungsstadien für die Massenvermehrung siehe S. 375 ff.

11. Zur Frage der Generationenzahl.

Die Generationenfolge von *Diprion pini* L. ist ein durchaus ungeklärtes Problem. Aus dem Freiland liegen die verschiedenartigsten Beobachtungen vor, deren vollständige Aufführung hier unmöglich ist. Im großen und ganzen scheinen in warmen Gegenden die doppelten Generationen, und in kälteren die einfachen zu überwiegen. Um hier allgemeine Regeln aufstellen zu können, sind jedoch die Beobachtungen sowohl zeitlich wie örtlich zu lückenhaft.

Um einige Beispiele zu nennen: Eckstein (1893) stellte bei Eberswalde sowohl eine einjährige wie doppelte Generation fest; außerdem beobachtete er, daß aus überwinterten Kokons die Imagines in zwei Hauptschlüpfzeiten auskamen. Die erste Flugzeit fällt in Anfang Mai und Juni, die zweite in den Juli. Aus den in der zweiten Hälfte des Mai abgelegten Eiern entstanden nach einer Gesamtentwicklungszeit die geschlechtsreifen Wespen nach 70—75 Tagen, während die in der dritten und vierten Juniwoche abgelegten Eier (ebenfalls von Weibchen aus den überwinterten Kokons stammend) am laufenden Jahr keine Wespen mehr lieferten, sondern erst bis zum Herbst zu verwandlungsreifen Larven wurden, die überwinterungshalber sich in Moos einspannen. In der Mitte des Monats Juli waren vermutlich Larven der beiden Generationen vorhanden gewesen.

Aus einem Bericht von Herrn Prof. Spangenberg (der Bericht befindet sich im Archiv der Bayer. Forstlichen Versuchsanstalt München, Zool. Abt.) ist zu entnehmen, daß bei Kleinostheim 1904/05 wenigstens teilweise eine doppelte Generation beobachtet wurde. Dadurch, daß im August und September gleichaltrige Raupenfamilien der ersten und zweiten Generation miteinander fraßen, läßt sich das plötzliche ungeheure Anschwellen der Kalamität erklären. Also auch hier besteht die Möglichkeit der einfachen und doppelten Generation nebeneinander.

Nach Britton (1916) soll *Diprion pini* L. in Connecticut 1915 zwei vollständige Generationen haben, außerdem wurden im Herbst noch Männchen einer dritten Generation bemerkt. Da die Bedingungen 1915 ungünstig waren, vermutet Britton, daß eine dritte Generation hier die Norm ist.

Trägardt (1916) vermutet für Schweden eine Generation.

Zacher (1921) beobachtete bei Berlin zwei Generationen, im Juni die erste, die zweite im Oktober, im November wurde noch wegen

drohenden Kahlfraßes bekämpft, bis das Massenauftreten schließlich durch Frost beendet wurde.

Scheidter (1926) gibt an, daß *Diprion pini* L. in der Bayerischen Hochebene eine Generation hat, im Main- und Rheintal dagegen zwei.

Rettich (1929) stellte 1928 in Baden 2 Generationen fest.

De Fluiter (1932) beobachtete in den Niederlanden 2 Generationen.

Hertz (1933) gibt für Finnland 1929 eine Generation an, obwohl in diesem Jahr die Bedingungen für eine zweite Generation sehr günstig gewesen seien. Dabei dauerte der Larvenfraß etwa 2 Monate. Er endigte im September bis Oktober.

Diese Angaben mögen genügen. Auch die Versuche der vorliegenden Arbeit erlauben nicht ein abschließendes Urteil. Es hat sich hier gezeigt, daß ein Stamm, der im Freiland 1932 als ein einjähriger beobachtet worden war, sich im Labor, von einigen Männchen abgesehen, nicht zu einer zweiten Generation treiben ließ. In Übereinstimmung hiermit steht die Feststellung von Hertz (1933), wonach in Finnland im Jahr 1929 auch dann nur eine Generation auftrat, obwohl gerade in diesem Jahr die Bedingungen für eine zweite Generation sehr günstig gewesen seien. Das spricht für die Fixierung von ökologischen Rassen, bei denen je nach der Durchschnittswitterung des Standortes sich Stämme mit ein oder zwei Generationen durchgesetzt haben. Übergänge mögen vorkommen. Ein einziges Weibchen aus München lieferte Nachkommen, von denen etwa 30 % schlüpften (Männchen und Weibchen). Aus Mittelfranken wurden 1933 Larven eingeschickt, von denen einige Versuchsweibchen eine Nachkommenschaft lieferten, welche bis zu 80 % schlüpften.[1]) Es wäre sehr notwendig mit Material einer regelmäßigen zweiten Generation, etwa vom Rheinland zu arbeiten und die Ergebnisse mit den hier festgestellten zu vergleichen.

Diprion pini L. wäre ein äußerst interessantes Objekt zum Studium vom eventuellen Vorhandensein ökologischer Rassen. Vielfach mag die Existenz zweier Generationen durch die unregelmäßige, zwei Gipfelpunkte aufweisende Schlüpfzeit nur vorgetäuscht sein. Das Vorhandensein einer doppelten und einer einfachen Generation in bestimmten Gegenden läßt sich jedoch nicht ableugnen. Ebenso scheinen Übergangsgebiete vorzukommen, in denen jedoch die Larven der zweiten Generation der Gefahr des Erfrierens ausgesetzt sind.

---

[1]) Für zukünftige Versuche sei auf die Möglichkeit einer Fehlerquelle im Laborversuch aufmerksam gemacht. Aus der Arbeit von Eliescu (1932) scheint hervorzugehen, daß die Größe des Raumes, in dem die Larven gehalten wurden, von großer Bedeutung sein kann, ähnliche Beobachtungen vgl. an anderer Stelle dieser Arbeit. In den Reservezuchten, die in größeren Behältern, als die Versuchsschalen darstellen, durchgeführt werden konnten, schlüpften immerhin einige wenige Individuen mehr, während im Serienversuch fast alle 100prozent. überlagen. Es wäre also nicht ausgeschlossen, daß die Größe des Versuchsraumes mit von ausschlaggebender Bedeutung für die spätere Entwicklung ist.

12. Über die „Unnatürlichkeit" der Laborversuche.

Bevor ich daran gehe, die gesammelten Laborergebnisse auf die Praxis zu übertragen, d. h. auf Grund der gewonnenen Erfahrungen des Experimentes Schlüsse zu ziehen, wie sich das Tier im Freien unter den korrespondierenden Bedingungen verhalten wird, scheint es nötig, auf die großen Mängel hinzuweisen, die der Laboratoriumstechnik dann anhaften, wenn das rein theoretisch-physiologische Gebiet verlassen wird.

Das Futter: Es wird kaum gelingen, eine von Jahr zu Jahr vergleichbare Ernährung der Freilandinsekten (im Gegensatz zu Vorratsschädlingen) durchzuführen, da auf die Futterpflanze schon stets eine verschiedene Umwelt eingewirkt hat. Außer solchen klimatischen Einflüssen kommen noch hinzu solche des Standorts, der Pflanzenrasse und schließlich der Altersunterschied. Wie sehr zum Beispiel der Unterschied des Standorts auf die Sterblichkeit der Versuchstiere sich auswirken kann, wurde bereits erwähnt. Die Blattwespenlarven vertrugen das Kiefernfutter, das vom Standort ihrer Eltern (Nähe Forstenried) stammte, recht gut, anderes, mit dem Auge kaum zu unterscheidendes Futter aus der Gegend von Grünwald wurde schlecht vertragen. Im Freiland wurden Beobachtungen über den Unterschied des Befalls verschiedener Fichtenrassen durch die Nonne gemacht. Versuche im Labor haben dann ergeben, daß die weniger befallene, steilwüchsige Rasse verschmäht wurde, sobald die Auswahl mit der anderen stark befallenen Rasse möglich war; wurde nur das weniger gute Futter geboten, dann waren die Nonnen gezwungen auch dieses zu nehmen, aber das Wachstum war gehemmt und die Sterblichkeit größer.

Auch im Labor selbst läßt sich noch die Qualität des Futters sehr wesentlich ändern. An anderer Stelle wurde der Unterschied bei täglichem und zweitäglichem Futterwechsel erwähnt. Dabei stand das Futter stets in frischem Wasser. Wenn noch dazu die Zweigstückchen ganz ohne die Möglichkeit einer Wasserzufuhr gefüttert werden, dann scheint die Fehlerquelle besonders beim Laubholz derart groß, daß über den Unwert solcher Arbeiten kein Wort mehr zu verlieren ist. Die Methode des Fütterns sollte daher in jeder Arbeit genau angeführt sein.

Die unnatürlichen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen: Die im allgemeinen üblichen Methoden der Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung und Vermehrungsfähigkeit einer Art müssen, selbst wenn die Technik noch soweit fortgeschritten ist, wofür besonders Zwölfer (1932) sich verdient gemacht hat, doch noch als sehr primitiv bezeichnet werden, sobald der Versuch gemacht wird, die Nutzanwendung für die Praxis zu ziehen. Welchen Schwierigkeiten man dabei begegnen kann, verrät die Feststellung von Eidmann (1933), derzufolge die vernichtende Wirkung einer Witterung, die auf Grund von Laborergebnissen gradationshemmend wirken sollte, vollständig ausblieb. In diesem Fall handelt es sich um eine Überschätzung des Einflusses der Feuchtigkeit.

Welchen Einfluß der Wechsel der Temperatur im Vergleich zu konstanter haben kann, wurde in dieser Arbeit hinreichend betont (Sterblichkeit, Entwicklungsgeschwindigkeit). Ein anderer Faktor, der zu berücksichtigen wäre, ist der Unterschied zwischen der Schattentemperatur des Labors und der Strahlungsenergie der Sonne. Die Laborversuche werden mit dem meteorologischen Klima verglichen; nun kann sich das Tier aber unter ganz anderen Temperaturverhältnissen befinden, als das Meßinstrument anzeigt, selbst wenn Tier und Thermometer unter gleichen Bedingungen der Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind. Eine nackte Raupe besitzt eine andere Absorptionsfähigkeit als eine behaarte, ebenso kann die Farbe von Bedeutung sein. Gerade an *Diprion pini* L. hat Fintelmann (1839) äußerst interessante Beobachtungen über den Unterschied der Lufttemperatur und der Temperatur des Tieres gemacht: Hellgefärbte, einzeln lebende Larven haben sowohl morgens, mittags, wie abends eine gleiche oder höchstens um 0,1 oder 0,2 ° höhere Temperatur als das umgebende Medium. Bei dunkler gefärbten dagegen stieg bei einer Lufttemperatur (im Sonnenschein) von 30 °, das Thermometer an die Larve gebracht, auf 32 °, ähnlich bei den zur Verpuppung verfärbten Larven von 29,5 ° auf 32 °. Dabei ist nach Fintelmann nicht allein die dunkle Farbe als solche von Ausschlag. Als besonders auffallend erkannte Fintelmann den Gegensatz der bei niedrigem Thermometerstand und bei regnerischem und stürmischem Wetter in dichten und bei heiterem Wetter in losen Gesellschaften lebenden Larven. Bei einer Lufttemperatur des Morgens von 7 ° stieg das Thermometer, in die (hellgefärbte) Gesellschaft gebracht, auf 10,5 °, mittags ist die Differenz zwischen Körperwärme und Lufttemperatur nicht so groß, da die Gesellschaft loser ist, so daß sich die Luft unbehindert bewegen kann (selten über 2,5 ° Differenz). Über den Farbwechsel als Ursache des geringen Unterschiedes um die Mittagszeit vgl. die früheren Bemerkungen. Bei solitär lebenden Insektenlarven mag der Faktor der Wärmewirkung der Menge zu vernachlässigen sein, dann bleibt aber immer noch der Unterschied zwischen Schattentemperatur und der Temperatur, welche durch die Strahlungsenergie der Sonne hervorgerufen wird.

Es wurden hier nur einige wenige Faktoren kurz gestreift, die Reihe ließe sich noch vergrößern; es sei in diesem Zusammenhang nur noch an den Einfluß des Windes (vgl. Henze, 1935) und des Regens erinnert, ferner an die Raumfrage (vgl. Hoffmann, 1933).

13. Über die Ursachen der Massenvermehrung.

Von den als Ursachen der Massenvermehrung von *Diprion pini* L. in Frage kommenden Faktoren wurden in dieser Arbeit besonders berücksichtigt Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit, die bereits auf Grund früherer Arbeiten als ausschlaggebend anerkannt wurden für Entwicklungsgeschwindigkeit, Überlebensfähigkeit, Sexualindex und Fruchtbarkeit. Als Grundlage einer Masservermehrung ist nicht jede

der erwähnten Vermehrungskomponenten für jede Art gleichwertig, je nach der biologischen und ökologischen Eigenart wird einmal die Entwicklungsgeschwindigkeit, oder aber die Überlebensfähigkeit an Bedeutung überlegen sein. Am einfachsten liegt der Fall da, wo Überlebensfähigkeit und Entwicklungsgeschwindigkeit in dem gleichen engeren Temperatur- und Feuchtigkeitsbereich ihr Maximum haben. Unter dieser Voraussetzung mag das Maximum dem Optimum für die Massenvermehrung gleichzusetzen sein, aber erstens ist nicht immer das Maximum der Überlebensfähigkeit gleichbedeutend mit der größten Vitalität, Fruchtbarkeit usw., und zweitens können Überlebensfähigkeit und Entwicklungsgeschwindigkeit bei verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsbereichen ihre höchste Entfaltung aufweisen, wie dies beispielsweise sich bei der untersuchten Art herausstellte. Es gilt also die optimalen Bereiche nicht einfach zu messen, sondern sie in ihrer Bedeutung zur Massenvermehrung vergleichend abzuwägen.

Temperatur in °C	Entwicklungsdauer in Tagen	Ungefähre Sterblichkeit in %	Auswertung für Massenvermehrung	
32				
30	25	100 - 30	Schnellste Entwicklung aber Sterblichkeit zu groß	ungünstig
28				
26				
24	26 - 28	30 - 10	Schnelle Entwicklung und geringe Sterblichkeit	sehr vorteilhaft
22				
20				
18	28 - 36	0 - 10	Geringste Sterblichkeit aber langsame Entwicklung	Bedingt vorteilhaft (Bei Diprion pini L. mit 2 Generationen nicht)
16				
15				
14	36-42	10-40	Mäßige Sterblichkeit aber langsame Entwicklung	ungünstig
13				
12	42 - 60	40 - 100	Langsamste Entwicklung und größte Sterblichkeit	sehr ungünstig
10				

Abb. 7.
Darstellung der Vermehrungswahrscheinlichkeit von *Diprion pini* L. auf Grund von Beobachtungen über Sterblichkeit und Entwicklungsdauer unter der Einwirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Zur besseren Veranschaulichung wurden Überlebensfähigkeit und Entwicklungsgeschwindigkeit (ausgedrückt in Mortalität und Entwicklungsdauer) in Abb. 7 aneinandergereiht und einer Kritik ihrer Geeignetheit für die Massenvermehrung unterworfen.

Eindeutig ungünstig liegen die Verhältnisse bei niedriger Temperatur zwischen 10 und 12 ° C; von allen untersuchten Temperaturstufen ist die Entwicklung hier am langsamsten und die Sterblichkeit am größten. Bei 13 und 14 ° C ist die Sterblichkeit mäßig, aber die Entwicklung zu langsam, um eine Massenvermehrung fördern zu können,

besonders wenn es sich um eine doppelte Generation handelt (vgl. weiter unten). Wollte man die geringste Sterblichkeit als Maßstab für die Massenvermehrung gelten lassen, dann wäre am günstigsten der Temperaturbereich zwischen 15 und 20 ° C, da die Sterblichkeit während des ganzen Larvenzyklus nur 0—10 % betrug. In einer Gegend mit einjähriger Generation wäre diese Beurteilung vielleicht auch richtig; aber die Erfahrung aus der Praxis lehrt, daß Massenvermehrungen vorwiegend in besonders warmen Jahren und Gegenden vorkommen, in denen 2 Generationen die Regel sind. Hier scheint es auch auf die Schnelligkeit der Entwicklung anzukommen. Die schnellste Entwicklung wurde bei 26—32 ° C beobachtet, nun ist aber hier wieder die Sterblichkeit unter dem Einfluß der hohen Temperatur zu groß. Es dürfte demnach berechtigt sein, das Optimum für die Massenvermehrung in einem Bereich anzunehmen, in dem die Sterblichkeit verhältnismäßig gering und die Entwicklung schnell ist, nachdem nun einmal die maximalen Werte nicht zusammentreffen können. Dieser Bereich fällt in eine Durchschnittstemperatur von 20—26 ° C. Zur Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit ist in diesem Zusammenhang noch zu sagen, daß bei hoher und mäßig hoher Temperatur am besten trockene Luft vertragen wird, was wieder mit den Freilandbeobachtungen übereinstimmt, denen zufolge *Diprion pini* L. am verbreitetsten und häufigsten in trockenwarmen Gegenden ist. Besonders durch trockenwarmes Maiwetter wird in Gegenden mit zwei Generationen die erste Larvengeneration sehr begünstigt, so daß sie den Grundstock bieten kann für eine ungeheure Massenvermehrung in der zweiten Generation.

Bei einer Population mit einjähriger Generation gibt vermutlich den Ausschlag für die Masenvermehrung die Eiproduktion und die Überlebensfähigkeit, während hier die Entwicklungsgeschwindigkeit eine geringere Rolle spielen dürfte. Anders ist es aber mit der Entwicklungszeit, mit dem Zeitpunkt des Schlüpfens, der sich aber nicht exakt in den Bereich der Berechnungen ziehen läßt, da er vielfach nur zufällig von der jeweiligen Wetterlage abhängig ist. Fröste im Frühjahr und Spätherbst können der Population erheblichen Schaden zufügen. Die Schlüpfzeit und der Anteil der Männchen und Weibchen muß so liegen, daß sich die Tiere paaren können. Vor allem dürfen die Imagines nicht zu spät schlüpfen, sonst kann die Population noch im Spätherbst in Frostwetter geraten und erfrieren.[1]) Wenn es in Gegenden mit normaler Weise einjähriger Generation zur Massenvermehrung kommt, ohne daß die Witterungsbedingungen in der bezeichneten Weise besonders fördernd auf die Massenvermehrung eingewirkt haben, so kann die Schuld an einem Versagen der Parasiten liegen, welchen gerade

[1]) Nach Fintelmann (1839) war das Hauptschwärmen im Jahre 1833 sehr spät, die Folge war, daß im Herbst eine große Menge der Larven im Frost erstarrten und sich nicht mehr einspinnen konnten. 1834 ließ die Individuenzahl daher stark nach.

bei *Diprion pini* L. eine große Bedeutung zukommt. Am häufigsten kommen Massenvermehrungen in Gegenden mit doppelter Generation vor. Hier aber kann, um das gleich vorwegzunehmen, die Massenvermehrung nur eine scheinbare sein. Es wurde bereits erwähnt, daß *Diprion pini* L. zwei Höhepunkte des Schlüpfens innerhalb einer Generation aufzuweisen hat. Die Zwischenzeiten der Kulminationspunkte des Schlüpfens sind so lang, daß die aus der ersten Larvengeneration hervorgegangenen Imagines schon schwärmen können, wenn die Hauptmasse der überwinterten Blattwespen ebenfalls zu schwärmen beginnt. Anschließend kommt es zu einer besonders starken Häufung des Larvenfraßes. Dabei braucht das Wetter während des ersten Larvenfraßes nicht einmal besonders günstig gewesen zu sein; denn die Tiere haben im Vergleich zur langen Winterruhe nur eine kurze Zeit zu überstehen gehabt, die Angriffszeit für Parasiten und andere Feinde ist beschränkt und die Aussicht auf die Erlangung der Vollreife daher größer. Diese Zweiteilung der Schlüpfperiode kann man vielleicht als Atavismus an doppelte oder mehrfache Generationenzahl in früheren wärmeren Perioden deuten.

Bei doppelter Generation spielt die Entwicklungsgeschwindigkeit eine besondere Rolle gegenüber der Überlebensmöglichkeit, da die zweite Larvengeneration nicht in die Frostperiode fallen darf.

Zusammenfassend ergeben sich also folgende Faktoren als maßgebend für eine Massenvermehrung: Gute, frühzeitige Einwinterung als Folge einer frühen Schlüpfzeit der Elterngeneration. Die Ursache hierzu ist warmes Frühjahrswetter. Trockenwarmes Wetter während der ganzen Larvenperiode erhöht die Fruchtbarkeit und verringert die Sterblichkeit, außerdem wird die Entwicklungsgeschwindigkeit gefördert. Dabei darf das Wetter nicht zu heiß sein, da sonst die Sterblichkeit wieder erhöht wird. Die Winterruhe ist, soweit der Einfluß des Wetters in Betracht kommt, ohne Belang. Außerdem ist nötig, günstiges Zusammentreffen der Geschlechter und ein die Fortpflanzung garantierender Sexualindex.

14. Die Bekämpfung von Diprion pini L.

Die Bekämpfung der Schadinsekten schließt sich, wenn sie zweckmäßig durchgeführt wird, so eng an die Ökologie derselben an, daß es angebracht erscheint, im Rahmen dieser Arbeit auch dieses Kapitel einer kurzen Betrachtung zu unterziehen. Der Schaden besteht entweder im Kahlfraß und der Möglichkeit des Eingehens junger Bestände bei wiederholtem Auftreten der Kalamität, in jedem Fall in einem nicht unbeträchtlichem Zuwachsschaden, und in einer Schwächung der Kiefern, welche erst vielen sekundären Schädlingen die Existenz ermöglicht und schließlich zur Vernichtung des Bestandes führen kann.

Zur Bekämpfung gibt es drei Möglichkeiten: mechanische, chemische und biologische. Das Absammeln und Zerquetschen der Larvennester, wie es vor allem in den Anfängen der Schädlingsbekämpfung

Brauch war, bietet nur unter bestimmten Voraussetzungen Aussicht auf Erfolg, nämlich bei kleinen, noch niedrigen Kulturen. Die chemische Bekämpfung dürfte sich in größeren Beständen rentieren, die gleichmäßig befallen sind. Escherich berichtet 1928 von einer erfolgreichen Bekämpfung von *(Diprion (= Lophyrus) pini* L. mit Forstesturmit; Schimitschek (1929) stellte fest, daß die Blattwespen gegen Arsen empfindlich sind, nach Balch (1934) ist Kalziumarsenat auf junge Larven sehr wirkungsvoll, de Fluiter (1934) empfiehlt die Bekämpfung (mit Nikotin oder Arsen) der Larven etwa 14 Tage nach dem Schlüpfen, da zu dieser Zeit die natürlichen Feinde durch die Begiftung nicht am wenigsten geschädigt werden. Nach meinen Beobachtungen sind die Larven von *Diprion pini* L. sehr empfindlich gegen pyrethrinhaltige Kontaktgifte, gute Qualität des Präparates und günstige Bekämpfungswetter vorausgesetzt (vgl. Gößwald, 1934 a). Das Arsen läßt sich also in diesem Fall vermeiden.

Am besten ist stets die Bekämpfung mit natürlichen Feinden, wo dies möglich ist. De Caulle (1918) führt eine Liste von 11 Dipteren, 58 Ichneumoniden, 7 Chalcidiern auf, welche *Diprion pini* L. parasitieren. Sitowski, welcher 1929 die Biologie der Parasiten von *Diprion pini* beschreibt, sieht sich sogar veranlaßt zu bemerken, man solle *Diprion* da, wo die Art nicht besonders schädlich auftritt, schonen, da sie Träger einer großen Zahl von forstlich sehr nützlichen Parasiten sei. Von anderen Arbeiten seien erwähnt: Shiperovich (1927). Nach Rettich (1928) waren in Baden von einer Generation allein 50 % an Ichneumoniden parasitiert. Hertz (1933) gibt bekannt, daß 71 % von überwinternden Kokons von Nagern verzehrt, 10 % von Vögeln geöffnet und dazu noch 13 % parasitiert waren. Diese Angaben mögen genügen, um den Nutzen der Parasiten und die Bekämpfungsmöglichkeit mit diesen hervorzuheben.

C. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Der Zuchtraum muß für die Blattwespen derart umfangreich sein, daß ein Kiefernzweig von der Größe hineingebracht werden kann, welcher eine hinreichende Absonderung von den fressenden Larven zur ungestörten Häutung an Nadeln ermöglicht. In zu kleinen Schalen sind die Tiere gezwungen, die Nadeln zu verlassen. Die Sterblichkeit ist dann sehr hoch, da auf ebener Fläche die Häutung sehr schlecht gelingt.

Die Temperatur und Feuchtigkeitsversuche hatten einige Veränderungen des äußeren Habitus zur Folge: Bei niederer Temperatur (um 10° C) erfährt die Larve eine Schwarzfärbung, welche als primärer Nigrismus bezeichnet wird. Dieser larvale Nigrismus ist reversibel, wenn die Tiere wieder hoher Temperatur ausgesetzt werden. Langes Hungern beeinträchtigt das Reaktionsvermögen.

Größe und Gewicht der Larven sind mit bedingt durch die Temperatur, unter deren Einwirkung die Tiere aufgezogen werden. Das höchste

Gewicht wurde bei 27 ° C beobachtet (0,11 g der Promymphe), darüber und darunter nahm das Gewicht ab bis 0,08 g im Durchschnitt. Dabei liegt das größte Gewicht nicht im Bereich des Überlebensoptimums (vgl. unten), da die Tiere bei höherer Temperatur mehr fressen.

Für die Wahl des Einspinnortes (ob in den Nadeln oder am Boden), zeigte sich die Temperatur verantwortlich derart, daß die Larven sich bei hoher Temperatur in den Nadeln, bei tiefer in dem Boden einspinnen. Vgl. hiermit Beobachtungen aus dem Freiland, denen zufolge sich die erste Larvengeneration in der Regel in den Nadeln, die zweite aber am oder im Boden einzuspinnen pflegt. Im Freien kann das Wetter vor dem Einspinnen der ersten Larvengeneration vielleicht ausschlaggebend sein für die Frage, ob noch eine zweite Generation auskommt oder nicht (bei Stämmen, bei denen die Generationenzahl noch nicht fixiert ist), da die im Boden verpuppten Tiere zu ihrer weiteren Entwicklung weniger Sonne haben als die in den Zweigen eingesponnenen.

Die Färbung der Kokons ist bei der Einwirkung feuchter Luft dunkel, bei trockener hell und kann vielleicht als Wärmeschutz dienen.

Die Eier von *Diprion pini* L. sind gegen Austrocknen derart gut geschützt, daß das trockene Wetter sehr beständig sein muß, wenn ein nachteiliger Einfluß erzielt werden soll. Hohe Luftfeuchtigkeit ist für die Entwicklung der Eier optimal und wird bei jeder Temperatur, soweit untersucht, ertragen. Exakte Angaben über den Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Eientwicklung können nicht gemacht werden, da die Einwirkung auf dem Umweg über die Nadeln erfolgt. Zwischen 24 und 14 ° C schlüpften bei 100 % Luftfeuchtigkeit stets 100 % der Eier, bei 10 ° C nur 80 und bei 32 ° C noch 90 %. Nähere Angaben vgl. an früherer Stelle. Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier steigt mit zunehmender Temperatur. Der Höhepunkt dürfte bei 32 ° C erreicht sein.

In Übereinstimmung mit der geographischen Verbreitung von *Diprion pini* L. ist der Bereich geringer Sterblichkeit in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit sehr groß. Dabei liegt das enger umgrenzte Überlebensoptimum der Larven, bei dem vom Schlüpfen bis zum Einspinnen kein Sterbefall zu verzeichnen ist, bei 17 ° C und etwa 90 bis 40 % relativer Luftfeuchtigkeit. Der Temperaturbereich, der ebenfalls noch gut vertragen wird, reicht vom Optimum aus viel weiter nach oben als nach unten. Die Widerstandskraft gegen niedrige Luftfeuchtigkeit steigt mit Erhöhung der Temperatur bis zu einem gewissen Grade und fällt umgekehrt mit abnehmender Temperatur. Feuchte Luft aber wird besser bei niedriger und schlechter bei hoher Temperatur vertragen.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit steigt über dem Überlebensoptimum weiter und hat etwa bei 28 ° C ihr Maximum erreicht.

Bei feuchter Luft wird die Entwicklung nur ganz unbedeutend, praktisch bedeutungslos beschleunigt.

Die Entwicklungsdauer verlängert sich von Stadium I bis zum letzten Fraßlarvenstadium unbedeutend. Das letzte Fraßlarvenstadium

selbst dagegen benötigt seiner Vollendung mehr als die doppelte Zeitdauer des vorhergehenden. Die Variationsbreite der Entwicklungsgeschwindigkeit, auch des gleichen Geschlechtes ist sehr groß.

Alternierende Temperatur hat gegenüber konstanter eine Erhöhung der Sterblichkeit zur Folge, die Entwicklungsgeschwindigkeit wird dagegen durch sie beschleunigt. Ältere Larven sind gegen Temperaturunterschiede weniger empfindlich als jüngere.

Auch bei täglichem Wechsel feuchter mit trockener Luft und umgekehrt in verschiedenen Kombinationen zeigt sich der nachteilige Einfluß hoher Luftfeuchtigkeit auf die Larven im Bereich mäßig hoher Temperatur. Aber immerhin scheint durch den Wechsel den Tieren das Ertragen von extremen Unterschieden erleichtert. Bei Beginn mit der ungünstigen hohen Luftfeuchtigkeitsstufe ist die Sterblichkeit der empfindlichen Eilarven höher, als wenn diese zuerst der für sie vorteilhafteren niedrigen Luftfeuchtigkeitsstufe ausgesetzt werden. Eine Beeinflussung der Entwicklungsgeschwindigkeit durch alternierende Luftfeuchtigkeit ließ sich bei den Blattwespenlarven nicht feststellen.

Die größere Empfindlichkeit junger Larven im Vergleich zu älteren wird besonders deutlich erwiesen, wenn mehrere ungünstige Faktoren zusammenwirken, wie z. B. alternierende Temperatur im Vergleich zu konstanter, und zweitäglicher Futterwechsel, statt eintäglichen.

Die Frische des Futters hat großen Einfluß auf die Sterblichkeit und auch auf die Entwicklungsgeschwindigkeit, ebenso ist die richtige Wahl des Standortes der Futterpflanze von Bedeutung.

Das Kokonstadium (= Eonymphen-, Pronymphen- und Puppenstadium) ist fast unempfindlich gegen Luftfeuchtigkeitsunterschiede, und zwar in allen Temperaturstufen, zufolge des guten Schutzes, den das zähe Gespinst gewährt.

Das Temperaturoptimum des Kokonstadiums (= Temperaturbereich, in dem die meisten Imagines auskommen) liegt über der Durchschnittstemperatur des Freilandes, und zwar bei 16 ° C. Die Schlüpfzeit wird aber dadurch nicht verkürzt, sie ist vielmehr in allen untersuchten hohen und niederen Temperaturstufen im Mittelwert annähernd gleich.

Diprion pini L. ist im Kokonstadium zu den wenig gebundenen Arten zu rechnen, da die Art bei einer über der Durchschnittstemperatur des Freilandes liegenden Temperaturstufe am zahlreichsten schlüpft. Eine gewisse Gebundenheit macht sich jedoch in der Schlüpfzeit bemerkbar, die durch hohe Temperatur nicht verkürzt werden konnte, ferner darin, daß außerhalb des eigentlichen Temperaturoptimums das überwinternde Kokonstadium einen viel größeren Lebensbereich nach der niederen Temperatur hin besitzt, während das im Sommer lebende Larvenstadium gegen höhere Temperatur weit widerstandsfähiger ist.

Für die Freilanddiagnose wichtig ist die neuerdings bestätigte Beobachtung von zwei Gipfelpunkten des Schlüpfens der Blattwespenimagines. Die zweite, meist doppelt starke Schlüpfperiode fällt erst in

eine Zeit, in der die erste Larvengeneration ebenfalls schon wieder imstande ist, Imagines zu liefern.

Das Geschlechterverhältnis ist trotz der Möglichkeit der parthenogenetischen Männchenerzeugung stark zugunsten der Weibchen verschoben. Bei den eingesponnenen Larven war das Verhältnis Männchen zu Weibchen wie 1 : 4, bei den Imagines wie 1 : 3, bei den überlegenen Individuen wie 1 : 8, bei den eingegangenen wie 1 : 4.

Die als einjährig festgestellte Population aus der Umgebung von München ließ sich durch keine Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsstufe, auch nicht durch Wechsel der Temperatur oder Unterkühlung zu einer zweiten Generation treiben. Aus dem Freiland liegen Beobachtungen über einfache und doppelte Generationen vor. In warmen Gegenden scheint die doppelte Generation zu überwiegen, daneben gibt es Übergangsgebiete mit beiden Möglichkeiten nebeneinander. Die doppelte Schlüpfperiode mag oft eine doppelte Generation vortäuschen. Die Möglichkeit des Bestehens ökologischer Rassen wäre zu prüfen.

Bei der Überprüfung der Laborergebnisse auf die Praxis ist die allergrößte Vorsicht anzuwenden, da die tatsächlichen Temperatur- und Leuftfeuchtigkeitsverhältnisse und weitere Faktoren im Freiland vielfach ganz anders sind.

Die Eigenart von *Diprion pini* L. als euryökes Insekt ermöglicht ein sehr weites Verbreitungsgebiet. Besonders starke Vermehrung wird nach den Temperaturluftfeuchtigkeitsuntersuchungen gefördert durch trockenwarmes Wetter, und zwar bei 20 bis 26 ° C. Hier ist die Sterblichkeit sehr gering, die Entwicklungsgeschwindigkeit erhöht, wenn auch die maximalen Werte dieser beiden Faktoren hier nicht zusammentreffen können; denn im Bereich schnellster Entwicklung ist die Sterblichkeit zu hoch, und im Bereich geringster Sterblichkeit ist die Entwicklungsgeschwindigkeit mäßig. Zur Massenvermehrung ist außer dieser absoluten Einwirkung von Temperatur auch eine günstige Verteilung der Wärmegrade erforderlich, z. B. die Ermöglichung eines rechtzeitigen Schlüpfens der Elterngeneration, frühzeitige Einwinterung, günstiges Zusammentreffen der Geschlechter, d. h. Männchen und Weibchen müssen gleichzeitig schlüpfen.

Die Bekämpfung von *Diprion pini* L. bei Massenauftreten ist möglich mit Arsengiften in jungen Larvenstadien, noch besser aber mit dem Kontaktgift Pyrethrum, das für Warmblütler ungiftig ist. Eine besondere Rolle spielen bei der Vernichtung der Blattwespen die natürlichen Feinde.

Literatur.

Balch, R. E., 1934, The European Spruce Sawfly *Diprion Polytomum* Hartig. Spec. Circ. Div. For. Ins. Dep. Agric. Canada Nr. 8. Ottawa.

Boas, J. E. V., 1933, Ein ernster Angriff von *Lyda arvensis* Panz. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. 20, H. 2.

Britton, W. E., 1916, Further Notes on *Diprion simile* Hartig. Journ. Econ. Ent. Concord. Bd. 9, Nr. 2.

Cook, W., 1927, Some effects of alternating temperature on the metabolism of Cutworm larvae. Journ. econ. Entom. Bd. 20.

De Fluiter, H. J., 1932, Bijidrage tot de Kennis der biologie en epidemiologie van de gewone dennenbladwesp *Pteronus (Lophyrus) pini* L. in Nederland. Tijdschr. Plantenziekt. Bd. 38, Nr. 7—8. Wageningen.

Eckstein, K., 1893, Biologische Beobachtungen an *Lophyrus pini*. Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen Jahrg. 25, H. 11.

Eidmann, H., 1933, Der Einfluß alternierender Temperaturen auf die Eiraupe der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) nebst Bemerkungen über die epidemiologische Bedeutung dieses Stadiums. Forstwiss. Centralbl. Jahrg 55, H. 1.

De Gaulle, J., 1918, Parasites de *Lophyrus pini* L. Bull. Soc. Etude Sci. Nat. Elbeuf 37.

Eliescu, Gr., 1932, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. 19, H. 1 und 2.

Enslin, E., 1916, Die europäischen *Diprion (Lophyrus-)* Arten. Naturwiss. Ztschr. Forst- und Landwirtsch. Jahrg. 14, H. 1.

— — 1918, Die Tenthrenoidea Mitteleuropas. Beihefte der Deutsch. Entomol. Ztschr. 1912—1917.

Escherich, K., 1913, Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Berlin, Paul Parey.

— — 1914, Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. I. Berlin, Paul Parey.

— — 1928, Die Bekämpfung der Kiefernbuschhornblattwespe (*Lophyrus pini* L.) im Schwetzinger Wald mit „Forstesturmit". Forstwiss. Centralbl.

— — 1931, Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. III. Berlin, Paul Parey.

Fintelmann, L., 1839, Beiträge zur näheren Bestimmung und Naturgeschichte einiger auf der Kiefer (*Pinus silvestris* L.) lebender Lophyren. Verh. der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher Bd. 11.

Görnitz, K., 1933, Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. IV. Neue Apparate und Methoden. Mitt. der Biologischen Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft Nr. 46.

Gößwald, K., 1932, Ökologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Ztschr. f. wiss. Zoologie Bd. 146, H. 1/2.

— — 1934 a, Die Wirkung des Kontaktgiftes Pyrethrum auf Forstschädlinge unter dem Einfluß der physiologischen Disposition der Schädlinge und der Einwirkung ökologischer Außenfaktoren. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. 20, H. 4.

— — 1934 b, Über die Wirkung von Pyrethrum auf Forstschädlinge. Verh. der Deutsch. Ges. f. ang. Entomol. 9. Mitgl.-Vers.

— — 1934 c, Zur Biologie und Ökologie von *Parasetigena segregata* Rond. und *Sarcophaga Schützei* Kram. (Dipt.) nebst Bemerkungen über die forstliche Bedeutung der beiden Arten. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. 21, H. 1.

— — 1934 d, Über die Fraßtätigkeit von Forstschädlingen unter dem Einfluß von Altersunterschieden und der Einwirkung verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit und ihre praktische und physiologische Bedeutung. 1. Untersuchung: *Dendrolimus pini* L. Ztschr. f. ang. Entomol. Bd. 21, H. 2.

Henninger (Bericht im Archiv des Instituts f. ang. Zoologie der Univ. München vom 22. Oktober 1904).

Henze, O., 1934, Über die Wirkung strömender Luft auf die Entwicklung von Lepidopteren. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. 21, H. 3.

Hering, M., 1926, Biologie der Schmetterlinge. Biologische Studienbücher von Walther Schönichen. Berlin, Verlag Springer.

Hertz, M., 1933, Tutkimuksia tavallisesta mänugelaspistiäisestä (*Loph. pini* L.) ja sen metsätalondellista merkityksestä. Commun. Instit. for Fenn. 18. 6. Helsingfors. (Deutsche Zusammenfassung.)

Hofmann, C., 1933, Der Einfluß von Hunger und engem Lebensraum auf das Wachstum und die Fortpflanzung der Lepidopteren. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. 20, H. 1.

Przibram, H., 1924, Die Rolle der Dopa in den Kokonen gewisser Nachtfalter und Blattwespen mit Bemerkungen über die chemischen Orte der Melaninbildung. Archiv mikr. Anat. Entw. Mech. Bd. 102.

Rettich, 1928, Das Auftreten schädlicher Forstinsekten in Baden im Jahre 1928. Badische Blätter d. ang. Entomologie Bd. 11, Nr. 6. Freiburg i. Br.

Scheidter, F., 1926, Die gemeine Kiefernbuschhornblattwespe *Lophyrus pini* L. Forstl. Flugblätter N. 10. Neudamm.

Schimitschek, E., 1929, Moderne Bekämpfung forstlicher Schädlinge. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen. Wien.

Schönwiese, Fr., 1934, Beobachtungen und Versuche anläßlich einer Massenvermehrung von *Lyphyrus sertifer* Geoffr. (*rufus* Panz.) in Südkärnten in den Jahren 1930/31. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. 21, H. 3.

Shiperovich, V. Y., 1927, The Distribution of the Tenthredinids injuring Pines in the Pargaloro Experimental Reserve and the Factors checking their Increase. Mitt. Leningrader Forstinstitut 24.

Sitowski, L., 1929, Do biologji pas orzytow borecznika (*Lophyrus* Latr.). Ccesc II rac. Komis. nat Poznamsk. Towarz Prz Nank, Ser. B. V. Posen.

Smirnow, E., und Polejaeff, W., 1934, Kampf um den Raum bei der Schildlaus *Lepidosaphes ulmi* L. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. 21, H. 3.

Spangenberg, 1905, Bericht im Archiv des Instituts für ang. Zoologie München vom 13. Februar 1905.

Trägardt, J., 1918, Oversikt over Skogsföröksonstalt, Stockholm, Flygblad Nr. 10.

Zacher, F., 1921, Mitteilungen über die Kiefernbuschhornwespe und die Beendigung des Massenauftretens einiger Forstschädlinge durch die Witterung. Mitt. d. Biologischen Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem Nr. 21.

Zwölfer, W., 1932, Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. 19.

Zur Kenntnis der Blattschneiderameise Atta sexdens L., insbesondere ihrer Ökologie.

Von

H. Eidmann, Hann.-Münden.

(Mit 5 Tabellen und 45 Abbildungen.)

Teil II.

Inhalt.

Seite

6. Ernährung 385
7. Fortpflanzung 406
8. Verschiedenes 419
   a) Verteidigung 419
   b) Verständigung 421
   c) Verhalten gegen Angehörige anderer Kolonien 422
   d) Beziehungen zu anderen Tieren 422
9. Epidemiologie 424
10. Schlußwort 431
11. Zusammenfassung 432
    Literatur 434

* * *

6. Ernährung.

Die Ernährung ist unter den Lebensäußerungen und sozialen Tätigkeiten der Blattschneiderameisen dasjenige Gebiet, welches wohl das größte Interesse beansprucht und auch bisher gefunden hat. Durch die eigentümliche Art ihrer Ernährung sind die Blattschneiderameisen zu jenen gefürchteten Großschädlingen geworden, als die wir sie heute betrachten müssen und haben sich eine Vormachtstellung erringen können, welche in der Natur fast einzig dasteht. Mit dem Übergang zur Pflanzennahrung und gleichzeitig zur künstlichen Nahrungsproduktion, welche sie von den natürlichen Nahrungsquellen weitgehend unabhängig macht, haben die ursprünglichen karnivoren Formiciden in den Attinen die höchste soziologische Stufe erreicht und das soziale Leben zu einer Höhe emporgeführt, wie sie vom Menschen erst sehr spät erreicht worden ist (Eidmann 1928).

Bei der Unterteilung des großen Gebietes der Tätigkeiten und Erscheinungen, welche mit der Ernährung zusammenhängen, wird man am besten in folgender Weise vorgehen:

1. Die Erschließung der auszubeutenden Gebiete.
2. Die Ernte des Nahrungssubstrates (Schneiden und Schleppen).
3. Die Bereitung und Pflege der Pilzgärten und die Ernährung im engeren Sinn, d. h. die Aufnahme und Verteilung der Nahrung durch die Einzelindividuen der Kolonie.
4. Die Abstoßung der unbrauchbaren Reste des Nahrungssubstrates.

Bei der Betrachtung dieser Reihenfolge drängt sich unwillkürlich der Vergleich mit der Ernährung eines Einzelindividuums auf, bei dem die entsprechende Folge sich darstellen würde als 1. Nahrungserwerb, 2. Nahrungsaufnahme, 3. Verdauung und Resorption und 4. Defäkation. Die Verteilung der Nahrung in der Ameisenkolonie von Mund zu Mund durch Regurgitation entspricht dem Transport der resorbierten Nährstoffe und deren Weitergabe von Zelle zu Zelle im Metazoenkörper. Die Analogien sind auch hier überraschend und ließen sich bis in die kleinsten Einzelheiten verfolgen.[1])

Hinsichtlich der früheren Arbeiten über die Pilzzucht der Attinen kann ich mich kurz fassen. Es sei nur daran erinnert, daß die Arbeit, welche unsere Kenntnisse über dieses interessante Gebiet am meisten gefördert hat und auch heute noch als wichtigste diesbezügliche Untersuchung gelten muß, die Arbeit von A. Möller über die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen (1893) ist. Leider bezieht sich dieselbe nicht auf Arten der Gattung *Atta* s. str., sondern auf *Acromyrmex* und einige der primitiveren Gattungen, was zwar ihrer fundamentalen Bedeutung keinen Abbruch tut, die Übertragung der Ergebnisse auf die wirtschaftlich wichtigsten Arten aber erschwert. Im übrigen gibt es eine Reihe guter zusammenfassender Darstellungen, die das weitere Eindringen in die Literatur erleichtern und auf welche zur weiteren Information verwiesen sei, wie vor allem Wheeler (1907, S. 672 usw. und 1910, S. 318 usw.), Bequaert (1921/22) und Buchner (1930, S. 200 usw.). Leider ist jedoch gerade die mykologische Seite des Problems insbesondere für die Gattung *Atta* noch keineswegs genügend geklärt, und es bedarf noch eingehender Untersuchungen vom Fachmykologen, bis dieses theoretisch wie praktisch

[1]) Es sei daran erinnert, daß diese Betrachtungsweise, die den Staat als Organismus ansieht, zuerst von der Schule der Organizisten (Spencer, Schäffle, Espinas u. a) in der menschlichen Soziologie in überaus fruchtbringender Weise durchgeführt wurde. Wheeler (1911) war wohl der erste, der die organizistische Betrachtungsweise in die Myrmekologie und damit in die Tiersoziologie eingeführt hat, wo die Parallelen noch weitgehender sind als in der menschlichen Gesellschaft. Auch ich habe auf die Bedeutung der organizistischen Richtung für die Tiersoziologie hingewiesen (1928, S. 114) und dieselbe wenigstens für eine soziologische Funktion im Ameisenstaat, nämlich die Fortpflanzung, durchzuführen versucht (1926, S. 776ff.).

gleich interessante und bedeutungsvolle Gebiet der Biologie der Blattschneiderameisen zufriedenstellend gelöst ist.

Über die Erschließung neuer Erntegebiete durch die Blattschneiderameisen wissen wir wenig, ja man kann unbedenklich sagen nichts, und wir sind in dieser Beziehung mehr oder weniger auf Vermutungen und Analogieschlüsse angewiesen. Man könnte ja denken, daß das Problem der Auffindung neuer Nahrungsquellen für die Blattschneider nicht oder doch bei weitem nicht in dem Maße bestände, wie bei den karnivoren oder trophobiontisch sich ernährenden Arten. Man stellt sich wohl vielfach vor, daß den *Atta*-Ameisen die Blätter gewissermaßen zum Fenster hereinwachsen, und daß die Tiere in den vegetationsreichen Gebieten ihres Vorkommens einfach auszuziehen brauchen, um mit der Blatternte zu beginnen. Diese Vorstellung wäre völlig falsch. Man ist im Gegenteil immer wieder erstaunt, eine wie sorgfältige Auswahl des Blattmaterials getroffen wird. Schon Möllers Beobachtungen (1893), die ich für *A. sexdens* voll und ganz bestätigen kann, zeigten, daß die Ameisen oft weite Wege zurücklegen, um zu ihren Ernteplätzen zu gelangen, obwohl üppigste Vegetation in unmittelbarer Nestnähe wuchert, und daß häufig ganz bestimmte Bäume aus einer großen Zahl anscheinend völlig gleichartiger ohne erkennbaren Grund bevorzugt werden. Sicherlich sind gewisse Faktoren, welche die Ameisen genau zu beurteilen vermögen, für die Wahl maßgebend, doch wissen wir über deren Natur (Gewebsturgor, Mineralstoffgehalt der Blätter oder dgl.) nichts.

Jedenfalls setzt die beobachtete Auswahl eine genaue Erkundung der Umgebung des Nestes voraus, über die jedoch nur längere Beobachtungen, vor allem das Arbeiten mit markierten Tieren, genaueren Aufschluß geben könnten. In Analogie zu den Befunden bei anderen Ameisenarten, welche in den prinzipiellen Erscheinungen annähernde Übereinstimmung ergaben,[1]) darf jedoch angenommen werden, daß auch hier die Initiative von einzelnen Individuen, Streifameisen oder Kundschaftern ausgeht, welche geeignete Ernteplätze ausfindig machen und dann vermutlich ihren Fund durch Alarm im Nest oder der Endkammer eines Schleppkanals bekannt machen, um dadurch schließlich Scharen von Schleppern zur Fundstelle heranzuholen. Ob dabei der Weg zur Fundstelle zunächst wie bei vielen anderen Ameisenarten durch eine Geruchsspur markiert wird, entzieht sich unserer Kenntnis. Ich halte dies jedoch für möglich, ja sogar für wahrscheinlich, da die Ameisen über sehr intensiv aromatisch riechende

[1]) Über die Frage der Erkundung der Umgebung des Nestes und der Erschließung neuer Nahrungsquellen habe ich bereits im Jahre 1925 an einer vorwiegend karnivoren Art, *Myrmica rubra* L., Untersuchungen unter Verwendung der Farbmarkierungsmethode durchgeführt. Die von Goetsch später (1934) auf breiter Basis durchgeführten Versuche ergaben eine Bestätigung meiner Befunde und eine weitgehende Verallgemeinerung der Ergebnisse. Die Unterschiede bei den untersuchten Arten, die sich auf 20 Gattungen verteilen, waren mehr gradueller als prinzipieller Natur.

Sekrete verfügen, deren Duft jedem auffallen muß, der mit *A. sexdens* einmal gearbeitet hat.

Die Ernte des Nahrungssubstrates, das Schneiden und Schleppen der Blätter, welches den Ameisen ihren Namen eingetragen hat, ist wohl die am längsten und besten bekannte Tätigkeit der Attinen. Die Blatternte der großen *Atta*-Arten ist eine so auffallende Erscheinung, daß sie selbst in der überwältigenden Fülle des tropischen Lebens den Ureinwohnern wie den ersten Kolonisten nicht entgehen könnte und auch, wie aus alten Überlieferungen hervorgeht, bekannt war (Wheeler 1907). So ist es auch nicht zu verwundern, daß die ersten wissenschaftlichen Darstellungen der Blattschneiderameisen, wie auch fast alle späteren Berichte und Untersuchungen ausführliche Darstellungen der Schneide- und Schlepptätigkeit geben. Besonders anschauliche Schilderungen dieser Art finden sich bei Belt (1874), Möller (1893) und neuerdings Escherich (1926). Ich kann mich daher darauf beschränken, von meinen diesbezüglichen Beobachtungen das mitzuteilen, was von den früheren Angaben abweicht, diese erweitert oder für *A. sexdens* besonders charakteristisch ist.

Bei meinem Aufenthalt in Brasilien habe ich folgende Vegetabilien von *A. sexdens* eintragen sehen: grüne Blätter und Blattstücke, Blattstiele, Triebe und Triebstücke mit und ohne Knospen, trockene Blätter und Blattstücke, ferner Früchte und Teile davon, wie Maulbeeren, grüne noch nicht erhärtete Leguminosenfrüchte, Maiskörner und Stücke davon und Teile von Orangenschalen. Wie zu erwarten, spielten bei der Ernte grüne Blattstücke bei weitem die Hauptrolle, alles andere wird nur gelegentlich und als Ausnahme eingetragen. Verholzte Pflanzenteile habe ich nie unter den eingetragenen Gegenständen bemerkt, dagegen wurde einmal beobachtet, daß Kalkstückchen in großer Zahl geschleppt wurden. Über die Art der Pflanzen, welche von den Blattschneidern heimgesucht werden, habe ich schon früher und vor mir viele andere, besonders eingehend Möller (für *Acromyrmex*), berichtet. Aus diesen Darstellungen geht übereinstimmend hervor, daß es kaum eine Pflanze gibt, welche von den Ameisen verschont wird.

Möller hat auch über das Schneiden und Schleppen selbst eine sehr eingehende Darstellung gegeben. Seine Beobachtungen treffen, wie schon aus der Darstellung Escherichs (1926) hervorgeht, und wie ich aus eigener Anschauung nunmehr bestätigen kann, fast in vollem Umfang auch für *A. sexdens* zu. Besonders charakteristisch dürfte jedoch sein, daß bei dieser Ameise die Blätter fast immer von den Bäumen oder Sträuchern herabgeworfen und erst am Boden zerteilt werden, worauf ich schon früher (1932) aufmerksam gemacht habe. Vielfach ist der Boden unter den gerade im Schnitt befindlichen Bäumen grün von den herabgeworfenen Blättern und mit diesen buchstäblich bedeckt, so daß man daran oft schon von weitem sehen kann, wo geschnitten wird. Ich habe nur selten und ausnahmsweise beobachten können, daß die Blätter bereits

auf den Bäumen zerteilt und die Blattstücke an den Stämmen herabgetragen werden. Dies dürfte sich letzten Endes aus der Größe der Arbeiter erklären, die selbst stärkere Blattstiele durchschneiden und die Blätter dadurch zum Abfallen bringen können. Ich habe nämlich beobachtet, daß die den Stamm erklimmenden Blattschneider die Äste und Zweige entlanglaufen und sofort Halt machen und zu schneiden beginnen, sobald sie auf unverholzte Pflanzenteile, also frische Triebe oder Blattstiele stoßen. Die nachdrängenden Scharen finden dann an der Stammbasis bereits frische Blätter vor, welche sie sofort zu zerteilen und abzutransportieren beginnen. Dadurch ergibt sich ganz automatisch eine Arbeitsteilung in 2 Gruppen, solche, die auf dem Baum Blätter abschneiden und herabwerfen, und solche, welche die herabgeworfenen Blätter zerteilen und forttragen. Die zuerst Ankommenden werden den Baum ersteigen, die später Kommenden durch die bereits unten liegenden Blätter aufgehalten. Ist die Zahl der ersteren zu gering, so daß sie für die Scharen der Zerteiler am Boden nicht genug Blätter abschneiden können, so werden sie alsbald Nachschub von der letzten Gruppe, die dann am Boden nicht genügend Arbeit vorfindet, erhalten und auf diese Weise wird das richtige Zahlenverhältnis selbsttätig reguliert. Denn daß es sich hier nicht um 2 morphologisch gesonderte Arbeitsgruppen handelt, konnte durch die bereits mitgeteilten Messungen der Körpergröße der beiden Gruppen (siehe Kap. 4) nachgewiesen werden.

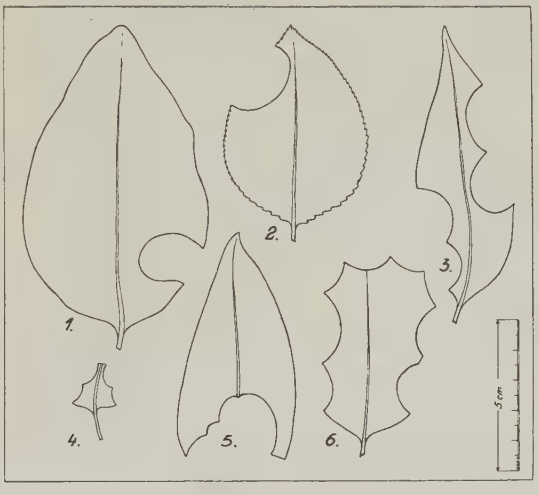


Abb. 26. Angeschnittene Blattstücke. (Obere Blattflächen dem Beschauer zugewendet.)
1. Mit erstem Blattschnitt rechts unten. 2. Mit erstem Blattschnitt links oben. 3. Doppelseitig beschnitten. 4. Von der Blattspitze her beschnitten. 5. Von der Blattbasis aus beschnitten. 6. Von beiden Seiten und der Spitze aus beschnitten.

Hinsichtlich des Schneidens selbst verweise ich auf die genannten Autoren. Bereits Belt (1874) hat festgestellt, daß der Schnitt stets vom Blattrande resp. einem früheren Schnittrande aus erfolgt, und daß die Ameise sich dabei um ihre Hinterfüße, mit denen sie sich am Rande festhält, als Mittelpunkt dreht. Dadurch wird der Schnitt zu einer annähernden Kreislinie. Besonders die ersten Schnitte am Blattrand lassen dies deutlich erkennen (Abb. 26). Durch diese Art des Schneidens paßt sich auch die Last der Größe der Schlepperin, deren Körper beim Schneiden gewissermaßen als Zirkel benutzt worden ist, gut an. Erst wenn das zu

schneidende Blatt durch zahlreiche frühere Schnitte bereits verkleinert und unregelmäßig geworden ist, werden auch die Blattstücke unregelmäßiger, sind aber immer noch durch Kreisbogen begrenzt. Dann entstehen auch Stücke, deren Größe in auffallendem Mißverhältnis zur Größe der Schlepperin stehen, was auch dann häufig der Fall ist, wenn Blattstiele, Triebe oder ganze Blätter geschleppt werden.

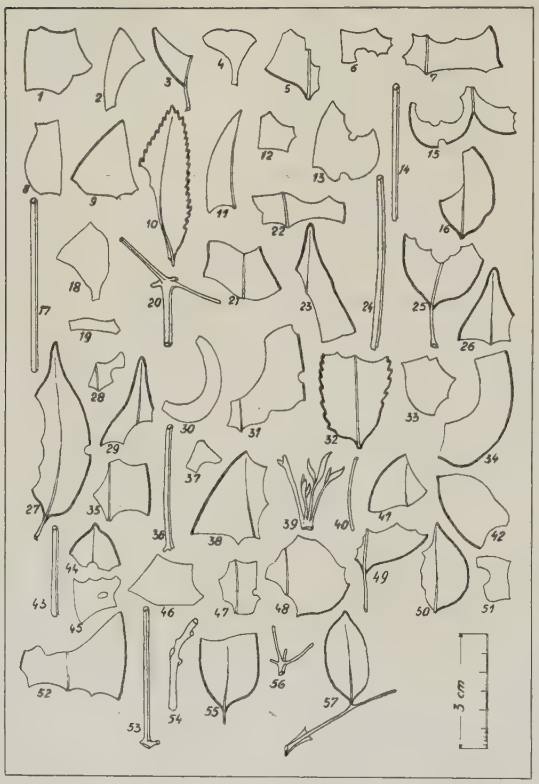


Abb. 27. Pflanzenteile, die in 15 Minuten auf einem mäßig begangenen Schlepppfad eingetragen wurden.
Bei den Blattstücken ist der Blattrand stark ausgezogen, der Schnittrand durch feine Linien dargestellt. Die kleinen runden Schnitte und Löcher bei Nr. 13, 15, 31, 45 u. a. rühren von Insektenfraß her. Die Reihenfolge der Stücke entspricht der Folge des Eintragens.

Die Stelle, an welcher der erste Schnitt gesetzt wird, wird durch den Zufall bestimmt; ebenso die Lage der folgenden Blattschnitte. Trotz zahlreicher diesbezüglicher Beobachtungen habe ich in dieser Beziehung keinerlei Gesetzmäßigkeit oder Regel feststellen können. Ganz besonders trifft dies zu, wenn am Boden geschnitten wird. Bald sitzt der erste Schnitt an der Blattspitze, bald an der Basis, bald an der linken, bald an der rechten Seite, und wenn gar mehrere Ameisen an einem Blatt schneiden, packt jede da an, wo gerade Platz ist. Wird ausnahmsweise auf dem Baum geschnitten, so läßt sich allenfalls insofern eine gewisse Regel feststellen, als der erste Schnitt häufig an der Blattbasis erfolgt, weil hier die Ameise zuerst mit dem Blatt in Berührung kommt. Häufig wird die Blattspreite zuerst in Angriff genommen, so daß der Stiel bis zuletzt übrig bleibt; es kann aber auch umgekehrt sein. Auch hängt es meist von der zufälligen Lage des Blattes ab, ob nur einseitig oder von beiden Seiten her geschnitten wird.

Die Größe der eingetragenen Blattstücke variiert sehr stark, besonders durch den erwähnten Umstand, daß in der Regel nur das unversehrte Blatt der Ameise gestattet, einen ihrer Größe entsprechenden vollständigen Kreisschnitt auszuführen (siehe auch Abb. 27 und Escherich, 1926, Abb. 5). Von 46 Blattstückchen, die am 14. September in 15 Minuten

eingetragen wurden (Blattstiele, Triebe usw. wurden nicht berücksichtigt), war das kleinste 37, das größte 437 qmm groß, die Durchschnittsgröße betrug 179 qmm.

A. sexdens schleppt — wie bereits im vorigen Kapitel berichtet wurde — nur ausnahmsweise direkt ins Nest, sondern benutzt in der Regel die beschriebenen oft sehr langen Schleppkanäle. Sie scheint sich in dieser Beziehung von den meisten übrigen Attinen zu unterscheiden, denn *A. vollenweideri* sowohl wie die Gattung *Acromyrmex* und wahrscheinlich auch die primitiven Attinen führen ihre Schlepppfade bis zum Nest und tragen die Blätter in die Nestöffnungen. Nur für *A. texana* hat Wheeler (1907) einen Kanal beschrieben, der als Schleppkanal gedeutet werden kann. Wie sich die übrigen großen *Atta*-Arten verhalten, ist mir nicht bekannt.

Abb. 28. Großer Schlepppfad von *Atta sexdens* auf begrastem Boden.
Vorn links zweigt ein kleinerer Seitenpfad ab.

Die Schleppkanäle von *A. sexdens* gehen bis in unmittelbare Nähe der Erntegebiete; von ihrer Mündung ausgehend führen Schlepppfade (bras.: *trilhos*), welche sich verzweigen und ganze Systeme bilden können bis zu den Bäumen, an welchen gearbeitet wird (Abb. 28). Für die Schlepppfade von *A. sexdens* ist es charakteristisch, daß sie nicht mit Erde überbaut werden, wie es nach der Schilderung Möllers (1893) manche *Acromyrmex*-Arten zu tun pflegen, und daß sie fast immer in ganzer Länge — auch im Walde — auf dem Boden entlangführen. Auch hierin steht *A. sexdens* im Gegensatz zu den *Acromyrmex*-Arten, welche mit Vorliebe Äste, Zweige, Lianen u. dgl. als Pfade benutzen. Auf diese Besonderheit bei *Acromyrmex disciger* Mayr. hat gleichfalls Möller (1893) aufmerksam gemacht, und ich kann seine Beobachtungen für *Acromyrmex subterraneus* For., die in meinem Beobachtungsgebiet häufigste Art dieser Gattung bestätigen.

Die Schlepppfade von *A. sexdens* werden nach Möglichkeit von jeder Vegetation gereinigt. Infolgedessen benutzen die Ameisen zum Schleppen

gern vegetationsfreies Gelände, wie menschliche Pfade und Wege, Wildwechsel u. dgl. Die Breite der Schlepppfade wechselt; sie ist besonders groß auf kahlem Boden, gering dagegen in dichter Vegetation, wie z. B. in Graswuchs, wo die Reinigung der Pfade sehr mühevoll ist, kann aber auch hier noch 5—7 cm erreichen. Die Schlepppfade umgehen größere Hindernisse; kleinere werden beseitigt, so daß ihr Boden, besonders bei längerer Benutzung glatt und wie festgestampft erscheint. Besonders sorgfältig werden die Pfade oft an abschüssigem Gelände ausgebaut; sie werden in den Hang eingegraben und durch den Erdabraum nach der abfallenden Seite hin verbreitert, so daß ihre Sohle völlig eben verläuft wie bei einem vom Menschen angelegten Wege (Abb 29).

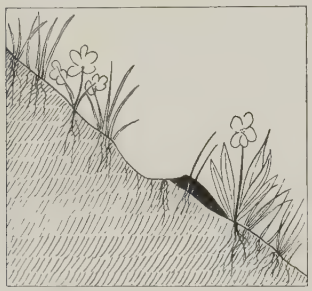


Abb. 29. Schematischer Schnitt durch einen Schlepppfad am Hang. Die ausgeworfene Erde ist schwarz dargestellt. Die Grundfläche des Pfades ist waagerecht und von Pflanzenwuchs befreit.

Die Intensität des Verkehrs auf den Schlepppfaden wechselt stark und ist wie alle Tätigkeiten der Insekten in erster Linie von der Außentemperatur abhängig. Das Aktivitätsoptimum scheint jedoch bei *A. sexdens* ziemlich groß zu sein, da man sowohl in vollster Tropensonne wie auch bei bedecktem Himmel lebhafte Schlepptätigkeit beobachten kann. Bei diesigem, feuchtem und kühlem Wetter nimmt der Verkehr ab, man sieht dann nur vereinzelte Ameisen sich langsam auf den Schlepppfaden bewegen, und bei Regen erlischt die Tätigkeit fast vollständig, die Eingänge zu den Schleppkanälen werden zugebaut. Werden Schlepppfade nicht mehr benutzt infolge Erschöpfung oder Verlegung der Erntegebiete, Veränderung der Vegetation oder dgl., so zerfallen sie schnell und werden besonders in der Regenzeit unglaublich schnell von der Vegetation überwuchert.

Als Beispiele für die Schlepptätigkeit seien einige Beobachtungen mitgeteilt, die am 13. September, vormittags 10 Uhr, bei völlig windstillem, klarem Wetter an einem in praller Sonne liegenden mäßig begangenen Schlepppfad an einem Osthang bei 24° Lufttemperatur (Luftdruck 714 mm, rel. Luftfeuchtigkeit 75 %) gemacht wurden. Der Schlepppfad war 5 cm breit und mündete in einen ovalen, 7 cm breiten und 2,5 cm hohen Schleppkanal, vor dessen Eingang eine breite Plattform von ausgeworfener Erde gebildet war. Jede Ameise, sowohl die beladen einpassierenden, wie die unbeladen ausrückenden Schlepper, hielten sich kurze Zeit am Eingang auf, bevor sie ihren Weg fortsetzten, so daß sich auf dieser Plattform der Verkehr staute und ein geschäftiges Gewimmel herrschte. Zahlreiche Phoriden (vor allem *Neodohrniphora declinata* Borgm. det. Th. Borgmeier O. F. M., Rio de Janeiro) schwebten wie Falken über dieser Ameisenansammlung, jeden Augenblick bereit, auf ein Opfer herabzustoßen. Einige

wenige der beladen heimkehrenden Schlepper geben ihre Last schon am Eingang ab, um alsbald umzukehren. Die meisten jedoch verschwinden nach kurzer Pause mit ihrer Last in der Tiefe des Einganges. Einige Soldaten fungieren als Wächter. Sie sitzen im Eingang, besonders an den Seitenwänden und der Decke mit dem Kopf nach außen, regungslos bis auf die Antennen, die in ständiger Bewegung sind. Reizt man das friedliche Gewimmel der Ameisen mit einem Stäbchen, so stürzen diese Wächter sofort wutentbrannt mit weitgeöffneten Mandibeln aus dem Eingang heraus und suchen nach dem Störenfried. Sie suchen die ganze Umgebung ab, vor allem folgen sie dem Schlepppfad ein Stück weit, um sich aber bald zu beruhigen, wenn keine weitere Störung erfolgt und ihren gewohnten Platz wieder einzunehmen.

Auf dem Schlepppfad selbst herrscht ein geschäftiges Kommen und Gehen. Die ausrückenden Schlepper strömen ihren beladen heimkehrenden Kameraden in stetem Zuge entgegen. Eine gegenseitige Betrillerung mit den Antennen, die auf unseren einheimischen Ameisenpfaden eine so gewohnte Erscheinung ist, findet in der Regel nicht statt, kann jedoch vorkommen. Wiederholt habe ich beobachtet, daß eine beladen heimwärts eilende Ameise ohne ersichtlichen Grund ihre Last unterwegs plötzlich abwirft. Diese wird dann meist von ausrückenden Kameraden aufgenommen und zum Nest getragen. Dieses Stafettenprinzip, das bei manchen Ameisenarten die Regel ist (Goetsch 1934), ist hier jedoch eine relativ seltene Ausnahme. Meist läuft der Schlepper ohne Aufenthalt mit seiner Last bis zum Schleppkanal.

Um über die Zahl und die Geschwindigkeit der Schlepper einen Anhalt zu bekommen, wurden verschiedene Messungen durchgeführt, deren Ergebnisse in Tabelle 4 niedergelegt sind. Aus ihr ergibt sich zunächst die interessante Feststellung, daß mehr als ein Viertel der zum Nest zurückkehrenden Schlepper keine Lasten trugen. Möller (1893, S. 8) hat ähnliche Beobachtungen bei *Acromyrmex* gemacht und hält die unbeladen nestwärts laufenden Ameisen für Straßenarbeiter oder Wegeaufseher, welche Hindernisse beseitigen und die Schleppstraße verbessern. Vielleicht verhält es sich hier ähnlich. Es zeigte sich ferner, daß bei meiner Beobachtung die Zahl der ausziehenden Schlepper die der heimkehrenden erheblich übertraf, offenbar deshalb, weil mit der Schlepparbeit erst vor kurzem begonnen war und daher der Nachzug noch überwog.

Die Geschwindigkeit der Schlepper betrug im Durchschnitt etwa eine halbe Minute für 1 m oder mit andern Worten in einer Stunde wurden rund 128 m zurückgelegt. Überraschend war die Feststellung, daß die Geschwindigkeit der beladen heimkehrenden und unbeladen ausziehenden Schlepper fast auf die Sekunde genau die gleiche war. Die Schlepper werden also durch ihre Lasten in ihrer Geschwindigkeit in keiner Weise beeinträchtigt, wenigstens nicht auf dem glatten Pfade. Möller (1893, S. 10) teilt eine Geschwindigkeitsmessung an einem beladen

Tabelle 4.

Nr.	Zahl[1])			Geschwindigkeit[2])	
	zum Nest		vom Nest	zum Nest	vom Nest
	beladen	unbeladen	unbeladen	beladen	unbeladen
1	8	1	14	32	27
2	5	6	16	20	30
3	8	2	14	27	14
4	7	1	18	22	45
5	8	2	15	52	22
6	7	2	—	25	21
7	6	5	—	23	42
8	—	—	—	27	19
Mittel	7	2,7	15,4	28,5	27,5

heimkehrenden Schlepper von *Acromyrmex disciger* Mayr. mit, welcher zu 1 m mehr als 2 $^1/_2$ Minuten brauchte. Der große Unterschied gegen meine Beobachtungen ist wohl vor allem auf die geringere Größe der von Möller beobachteten Art zurückzuführen.

Der weitere Transport der Blattstücke entzieht sich den Blicken. Ob derselbe Schlepper, der seine Last auf dem Schlepppfad entlang trägt diese auch durch den ganzen Schleppkanal bis ins Nest bringt, oder ob er sie im Kanal an andere Ameisen, welche sie weiter befördern, abgibt, ist nicht sicher. Ich halte jedoch die letztere Annahme, daß die „Kanalschlepper" andere sind als die „Pfadschlepper" für durchaus möglich. Die schon erwähnte Feststellung, daß manche Schlepper ihre Last bereits am Eingang abgeben und alsbald umkehren, sowie die Beobachtung, daß in den Endkammern der Schleppkanäle fast immer frische Blattstückchen zu finden sind, spricht jedenfalls dafür. Wie dem aber auch sei, jedenfalls gelangen die Blattstückchen durch die Schleppkanäle geschützt vor den austrocknenden Sonnenstrahlen in frischem und grünem Zustand an den Ort ihrer Verwendung, nämlich die Pilzkammern im Nest.

Was dort mit ihnen geschieht ist im Prinzip durch die klassischen Untersuchungen Möllers (1893) in allen Einzelheiten klargestellt worden. Sie werden zunächst weiter zerkleinert, um als Substrat für den Nahrungspilz beim Aufbau des Pilzgartens Verwendung zu finden.[3]) Die Zerkleinerung der eingebrachten Blattstücke erfolgt bei *A. sexdens* sofort nach

[1]) Zahl der Schlepper, welche in 1 Minute eine Stelle des Schlepppfades, 2 m vom Eingang des Schleppkanals entfernt, passieren.

[2]) Die Geschwindigkeit ist angegeben als die Zeit in Sekunden, welche ein Schlepper braucht, um eine Strecke von 1 m des Schlepppfades (2—3 m vom Eingang des Schleppkanales entfernt) zu durchlaufen.

[3]) Die Bezeichnung Pilzgarten geht gleichfalls auf Möller (1893, S. 21) zurück, der diesen Namen als Übersetzung des von McCook (1879) gebrauchten Ausdruckes „*mushroom garden*" zuerst anwandte.

deren Ablieferung in der Pilzkammer. Ich schließe dies daraus, daß ich nur selten in den zahlreichen von mir geöffneten Pilzkammern frische Blattstücke fand; die wenigen dort gefundenen waren aber fast alle bereits ganz oder teilweise zu winzigen Stückchen zerschnitten. Bei der ständigen gewaltigen Zufuhr frischen Blattmaterials zu den Nestern kann diese Beobachtung nur durch sofortige Verarbeitung erklärt werden, was auch Belt (1874) aus dem gleichen Grunde bereits vermutet hat.

Möller (1893, S. 40) hat bei seinen *Acromyrmex*-Arten festgestellt, daß die Zerkleinerung der eingebrachten Blattstücke von den mittleren Größenklassen der Arbeiter ausgeführt wird. Für *A. sexdens* möchte ich

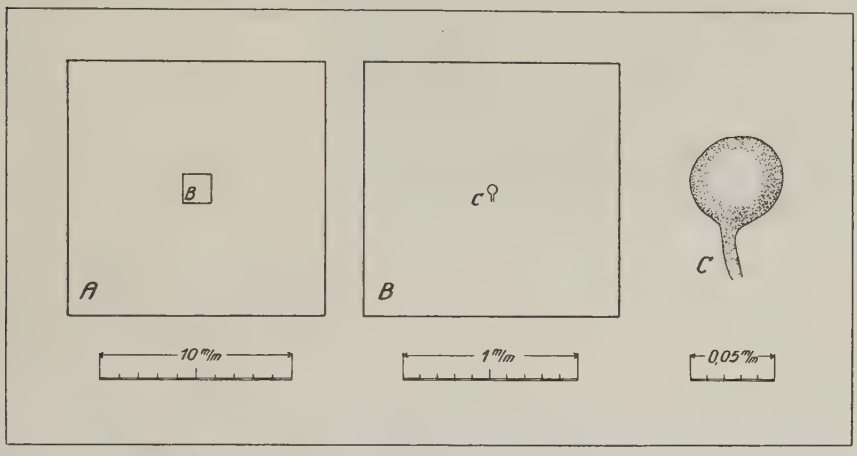


Abb. 30. Größenverhältnis der Blattstücke und Ambrosiakörper.

Jede der drei Darstellungen ist gegenüber der vorhergehenden annähernd 10fach vergrößert.
A = Durchschnittsgröße der eingetragenen Blattstücke als Quadrat berechnet.
B = Durchschnittsgröße der den Pilzgarten zusammensetzenden Blattstückchen.
C = Ambrosiakörperchen des Kulturpilzes.

annehmen, daß diese Arbeit von den größeren der im Innendienst beschäftigten Arbeiter verrichtet wird, während die allerkleinsten auch morphologisch relativ aberranten Arbeiter auch hier wahrscheinlich vorwiegend mit dem Jäten der Pilzkulturen beschäftigt sein werden. Genaue Angaben hierüber kann ich nicht machen, da ich die Ameisen bei diesen Tätigkeiten nicht in Gefangenschaft beobachtet habe. Die Zerkleinerung der Blattstücke erfolgt in dem Pilzgarten selbst, da die wenigen unzerkleinerten Blattstücke, die ich in den Pilzkammern gefunden habe, stets bereits im Pilzgarten lagen. Die Größe der kleinen Teilstücke, in welche das eingebrachte Blattmaterial zerlegt wird, schwankt wiederum erheblich. Von 50 genau gemessenen Teilstückchen war das kleinste 0,1, das größte 4,5 qmm groß; die Durchschnittsgröße betrug 2,1 qmm. Die eingebrachten Blattstücke werden also unter Zugrundelegung der oben angegebenen Durchschnittsgröße vor ihrer weiteren Verwendung im Pilzgarten nochmals in je etwa 84 Teilstückchen zerlegt (Abb. 30).

Diese winzigen Teilstücke werden nun ohne weitere Bearbeitung direkt zum Aufbau des Pilzgartens benutzt. Der Pilzgarten selbst erweist sich nämlich bei genauerer Untersuchung als zusammengesetzt aus Millionen winzig kleiner Blattstückchen, die eng übereinander geschichtet sind und überwuchert und zusammengehalten werden von dem Myzel des Nahrungspilzes. Die kleinen Blattfragmente lassen keine Spur einer besonderen Bearbeitung erkennen, wie sie nach Möllers Beoabachtungen *Acromyrmex* in einer zweifellos sehr zweckmäßigen Weise diesen zuteil werden läßt, ehe sie dem Pilzgarten eingefügt werden. Auch habe ich nicht feststellen können, daß *A. sexdens* die Blattstückchen, wie es Escherich (1926, S. 599) angibt, zu einem „Blattmus" zermalmt, welches dann als Pilzsubstrat verwendet wird.[1])

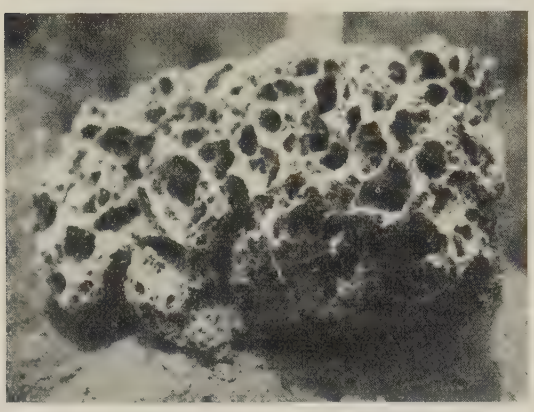


Abb. 31. Vollentwickelter Pilzgarten von *Atta sexdens*, aus der Pilzkammer herausgenommen.

Der Pilzgarten der Blattschneiderameisen ist schon oft beschrieben worden, am besten und treffendsten wiederum von Möller, dessen Darstellung im Prinzip auch für *A. sexdens* zutrifft. Bei den unterirdisch nistenden *Atta*-Arten richtet sich die Form und Größe des Pilzgartens nach der Gestalt der Pilzkammern. Demgemäß hat der vollentwickelte Pilzgarten von *A. sexdens* ungefähr die Gestalt einer Halbkugel. Er läßt sich am besten mit einem großporigen, verschimmelten Badeschwamm vergleichen (Abb. 31). Seine Oberfläche ist von dem Pilzmyzel silbergrau gefärbt, locker und von großen Poren und Kanälen durchsetzt. Die Poren sind hier hasel- bis walnußgroß, das Substrat ist dunkel, fast blauschwarz gefärbt. Frische grüne Stellen sind selten, entweder deshalb, weil das frische Material über die ganze Oberfläche verteilt eingefügt wird, oder weil es sich unter dem Einfluß des Pilzes sehr rasch verfärbt. Im Zentrum und an der Basis ist der Pilzgarten dichter und kompakter und von rötlichgelber bis hellgelber Färbung. Die Poren sind hier kleiner, erbsen- bis hirsekorngroß und weniger zahlreich. Die beiden Teile, der frische äußere Mantel und der dichte innere Kern gehen allmählich und ohne scharfe Grenze ineinander über (Abb. 19). Der Pilzgarten von *A. sexdens*

[1]) Nach Wille (1929, S. 407) soll bei *Acromyrmex niger* F. Sm. gleichfalls ein „zäher Brei" aus den Blattstücken hergestellt werden, indem diese von den kleinsten Arbeitern sehr fein zerteilt und mit Speichel vermischt werden.

ist nackt und nicht wie bei manchen *Acromyrmex*-Arten (nach Wille 1929, bei *Acr. niger* F. Sm. und *Acr. [Moellerius] striatus* Rog.) von einer Schicht trockneren Pflanzenmaterials mantelartig umgeben. Zwischen seiner Oberfläche und der Decke der Pilzkammer bleibt ein 1—2 Finger breiter Raum frei.

Wie alle Autoren berichten, ist der Pilzgarten sämtlicher Blattschneiderameisen ein sehr hinfälliges Gebilde, das bei der leisesten Berührung zusammenfällt. Dies trifft auch für *A. sexdens* zu. Besonders der äußere frische Teil ist überaus zerbrechlich und bröckelig, so daß es fast unmöglich ist, einen ganzen Pilzgarten unversehrt aus der Pilzkammer herauszunehmen. Aus diesem Grunde, und weil ich aus der Literatur bisher keine gute Aufnahme eines Pilzgartens von *A. sexdens* kenne, gebe ich hier eine Aufnahme wieder, an der Form und Oberflächenstruktur gut zu erkennen sind (Abb. 31). Eine weitere Schwierigkeit, einen Pilzgarten unversehrt herauszunehmen, besteht darin, daß derselbe, wie schon im Kapitel 5 berichtet wurde, fast immer an lebenden Wurzeln, welche die Pilzkammern durchziehen, aufgehängt ist. Diese Wurzeln bilden ein Gerüst, an welchem das zerbrechliche Gebilde Halt findet. Nach Wille (1929) wird von *Acromyrmex niger* F. Sm. ein solches Gerüst aus trockenen Holzstückchen und anderem Pflanzenmaterial künstlich hergestellt, während *Atta texana* Buckl. offenbar ähnlich verfährt wie *A. sexdens*. Wheeler (1907, S. 733) beschreibt bei dieser Art Pilzgärten „enveloping the juniper roots, which seemed to have been left untouched by the ants, during their excavations, for this very purpose".

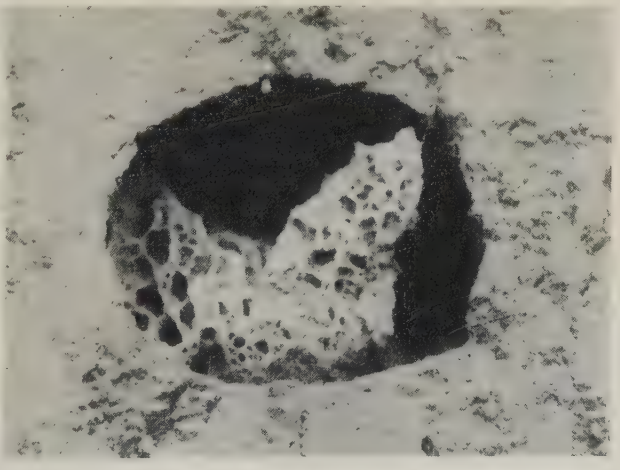


Abb. 32. Entstehender Pilzgarten, teilweise sichtbar in einer angeschlagenen Pilzkammer.
Man sieht besonders deutlich, daß der rechte Abschnitt an einer Wurzel aufgehängt ist.

Bei ihrer Anlage werden die Pilzgärten fast immer zunächst an Wurzeln entlang gebaut (Abb. 32). Sie können sogar völlig freischwebend an den die Pilzkammer durchziehenden Wurzeln errichtet werden, bevor sie mit weiterem Wachstum den Boden erreichen. Vielfach werden in einer Kammer mehrere kleine Pilzgärten getrennt angelegt, die dann allmählich zusammenfließen. Ich habe bis zu drei Pilzgartenanlagen in einer Kammer gefunden (Abb. 33). Je mehr

der wachsende Pilzgarten dann die Höhlung ausfüllt, desto mehr paßt er sich deren Form an, aber auch alte Pilzgärten zeigen noch entlang den Wurzeln besonders starke Ausbuchtungen.

Überraschend ist die Schnelligkeit, mit der ein zerstörter Pilzgarten wieder aufgebaut wird. Auch hierin kann ich die Beobachtungen Möllers

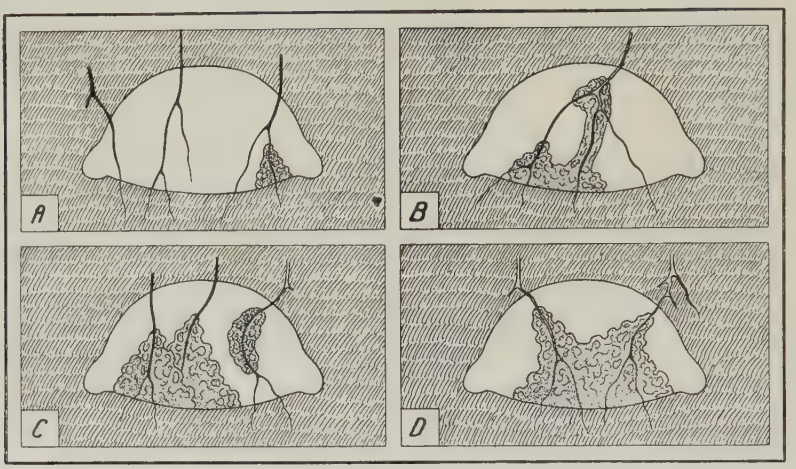


Abb. 33. Verschiedene Stadien entstehender Pilzgärten.
Schematische Darstellung nach tatsächlich beobachteten Verhältnissen. A = Ganz kleiner kürzlich begonnener Pilzgarten im ersten Stadium der Entstehung. B = etwas weiter entwickelter Pilzgarten, an dem besonders die Umbauung der Wurzeln deutlich ist. C = drei getrennt angelegte Pilzgärten in einer Kammer, von denen der rechte frei an einer Wurzel gebaut ist. Die drei Anlagen verschmelzen später zu einem großen Pilzgarten. D = weiter entwickelter Pilzgarten mit zwei an Wurzeln angehefteten Ausläufern.

an *Acromyrmex* für *A. sexdens* bestätigen. Nach den Angaben der Eingeborenen sollen die Ameisen die Pilzgärten, wenigstens die der oberflächlichsten Nestschicht bei Einbruch des Winters in tiefere Zonen des Nestes transportieren und im Frühjahr wieder nach oben schaffen. Da ich einerseits die Angaben der Eingeborenen fast immer bestätigt fand, und da andererseits die Ameisen sicher ohne Schwierigkeit diese Arbeit verrichten können, halte ich dies, wenigstens in den Gegenden ihres Verbreitungsgebietes mit fühlbarem jahreszeitlichem Klimawechsel nicht für unwahrscheinlich. Mit dieser Annahme fände vor allem auch die Beobachtung eine Erklärung, daß ich in der höchsten Nestschicht des Altbaues Nr. 1 während meiner Beobachtungszeit, also im dortigen Frühjahr, zahlreiche im Bau befindliche und angefangene Pilzgärten vorfand (Abb. 24).[1])

Der von *A. sexdens* gezüchtete Nahrungspilz ist meines Wissens bisher mykologisch noch nicht genauer untersucht worden. In Anbetracht

[1]) Wille (1929, S. 412) hat die gleiche Beobachtung an den Kolonien von *Acromyrmex niger* F. Sm. gemacht. Von dieser Ameise werden „im Winter meistens tiefe Erdhöhlen bewohnt, im Sommer dagegen werden die Pilz- und Brutkulturen in höhere Kammern verlegt".

der hohen wirtschaftlichen Bedeutung dieser Blattschneiderameise muß daher ein genaues Studium des Nahrungspilzes dringend gefordert werden. Auch vom praktischen Gesichtspunkt aus erscheint mir diese Forderung sehr wichtig, denn es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich vielleicht einmal als zweckmäßiger erweisen wird, gegen den Pilz vorzugehen und damit die Ameise mittelbar zu bekämpfen als die letztere unmittelbar vernichten zu wollen. Der *Atta*-Pilz tritt uns in den Pilzgärten in der vegetativen Form entgegen, auf welcher er von den Ameisen künstlich erhalten wird. Durch ständiges Abbeißen der sogenannten Luftmyzelien wird die Bildung von Konidien resp. höheren Fruchtformen verhindert. Ich habe daher auch nie Fruchtkörper beobachten können, wie sie von Möller gezüchtet, resp. in ihrer höchsten Form aufgefunden wurden. In den Pilzgärten bilden sich an den Enden der das Blattsubstrat überwuchernden und umhüllenden Pilzfäden an zahlreichen, lokal begrenzten Stellen kleine kugelige, plasmareiche Anschwellungen, die von Möller entdeckt wurden und als Kohlrabiköpfchen oder Ambrosiakörperchen bezeichnet werden, und welche die alleinige Nahrung der Ameisen bilden. Sie treten in kleinen Polstern oder Häufchen auf, welche der Oberfläche des Pilzmyzels an zahlreichen Stellen aufsitzen. Wheeler (1907) schlägt vor, die Kohlrabiköpfchen als *Gongylidia*, die von ihnen gebildeten Polster als *Bromatia* zu bezeichnen.

Ich war zunächst überrascht über die geringe Größe dieser Gebilde, denn weder die Ambrosiakörperchen noch deren Anhäufungen sind mit bloßem Auge zu erkennen, und es bedarf schon starker Lupenvergrößerung, um letztere sehen zu können. Ihr Durchmesser beträgt etwa $^1/_4$—$^1/_2$ mm, doch dürfte die Mittelgröße $^1/_4$ mm nur wenig überschreiten. Die Ambrosiakörperchen selbst schwanken im Durchmesser zwischen 30 und 50 μ, die Hyphen, an denen sie sitzen, sind 6—10 μ dick. Beide sind mit feinkörnigem Protoplasma gefüllt, welches zahlreiche Vakuolen enthält. Die vollentwickelten Gongylidien enthalten jedoch meist nur eine einzige große Vakuole, die wahrscheinlich von einer ölartigen Substanz erfüllt ist. Diese Beschreibung des *Atta sexdens*-Pilzes in seiner im Pilzgarten auftretenden Form (den ich hier, da mir eine Abbildung desselben nicht bekannt ist, in Abb. 34 zur Darstellung bringe) stimmt in fast allen Einzelheiten mit der Beschreibung der entsprechenden Stadien des *Acromyrmex*-Pilzes von Möller überein, nur daß die Ausmessungen dort etwas geringer sind.

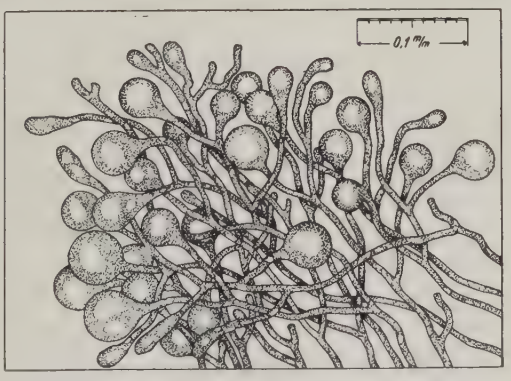


Abb. 34. Ambrosiakörper (Kohlrabiköpfchen) des Kulturpilzes von *Atta sexdens*, stark vergrößert (siehe Maßstab rechts oben).

Auch der von Bruch (1921, S. 201) beschriebene und abgebildete Pilz von *Acromyrmex (Moellerius) heyeri* For. gleicht in seiner vegetativen, von den Ameisen kultivierten Form durchaus dem *Atta*-Pilz, nur sind hier die Ambrosiakörperchen etwas größer (50—70 μ im Durchmesser). Nach Wheeler (1907, S. 739, sollen die Kohlrabiköpfchen des von *Atta texana* Buckl. gezüchteten Pilzes nur 3—3,5 μ Durchmesser haben. Demnach dürften die von den höheren Attinen kultivierten Pilze in ihrer in den Pilzgärten gezüchteten vegetativen Form, abgesehen von den Ausmessungen, weitgehend übereinstimmen, obwohl die Pilze selbst, wie in neuerer Zeit vor allem Spegazzini (1921) gezeigt hat, verschiedenen Arten und selbst Gattungen angehören.[1]) Die Pilze der primitiven Attinen zeigen dagegen, wie schon Möller für verschiedene *Apterostigma*-Arten nachgewiesen hat, gerade in der Ausbildung der Gongylidien wesentlich primitivere Züge als jene.

Schon Belt (1874) hat die Auffassung vertreten, daß der Pilz „besondere Verhältnisse der Wärme und Feuchtigkeit verlangt, um sein üppiges Wachstum zu entfalten" (zit. nach Möller 1893). Auch die Möllerschen Versuche zeigten, daß die Temperatur das Wachstum des Pilzes stark beeinflußt. Bei dem starken Nahrungsbedarf der großen *Atta*-Kolonien konnte daher von vornherein angenommen werden, daß in den Pilzkammern optimale Wachstumsbedingungen für den Pilz vorhanden sind und nach Möglichkeit erhalten werden. Hierfür spricht auch die sorgfältige Ventilation der Pilzkammern und die Verlagerung der Pilzgärten entsprechend dem Wechsel der Jahreszeiten, Maßnahmen, welche nichts anderes als eine geschickte Ausnützung und Regulierung der Umweltsbedingungen von seiten der Ameisen darstellen. Durch verschiedene Messungen suchte ich festzustellen, welche mikroklimatischen Verhältnisse in den Pilzkammern herrschen, und ob dieselben konstant sind. Zu diesem Zweck wurde in folgender Weise verfahren: Eine frisch angeschlagene Pilzkammer wurde mit Instrumenten beschickt, und zwar wurde ein kleines Stabthermometer und ein Lambrechtsches Hygrometer verwendet, die in die Masse des Pilzgartens selbst eingesenkt wurden. Es wurde darauf geachtet, daß die Öffnung zur Einführung der Instrumente möglichst klein war und die Beschickung möglichst schnell erfolgte. Darauf wurde die Öffnung mit einem bereitgehaltenen Sack verschlossen und dieser mit einer dicken Schicht Erde bedeckt. Nach 10 Minuten erfolgte die Öffnung und Ablesung. Die Ergebnisse sind erstaunlich einheitlich, obwohl sie an verschiedenen Nestern, zu verschiedenen Zeiten und in verschiedener Tiefe gewonnen wurden; die Temperatur in den Pilzkammern beträgt + 25° C (die Schwankungen

[1]) *Atta vollenweideri* For. kultiviert den Pilz *Locellina mazzuchii* Speg.,
Acromyrmex disciger Mayr. züchtet *Roxites gongylophora* Möller,
Acromyrmex lundi Guér. züchtet *Xylaria micrura* Speg. und
Acromyrmex (Moellerius) heyeri For. kultiviert den Pilz *Poroniopsis bruchi* Speg.
Der Pilz von *A. sexdens* ist in seiner höchsten Fruchtform noch nicht bekannt

der Einzelmessungen betragen nur 0,8°), die relative Luftfeuchtigkeit 56 % (Schwankungen 5 %). Die Ergebnisse der Einzelmessungen sind in Tabelle 5 niedergelegt. Demnach kann wohl behauptet werden, daß die Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den Pilzkammern konstant ist und von den Ameisen konstant erhalten wird. Die Pilzkammern sind demnach Thermohygrostaten, wie sie in der Natur kaum leistungsfähiger anderwärts vorkommen dürften.

Tabelle 5.

Die mikroklimatischen Verhältnisse in den Pilzkammern.

Versuch Nr.	Nest-Nr.	Datum	Uhrzeit	Außenluft		Pilzkammer		Tiefe der Kammer m
				Temperatur	relative Luftfeuchtigkeit %	Temperatur	relative Luftfeuchtigkeit %	
I	2	14. 10.	16^{00}	18,5°	59	24,5°	57	5
II	6	26. 10.	10^{00}	22°	—	25,3°	55	0,40
III	6	26. 10.	12^{00}	19,5°	43	25,3°	53	1
IV	6	26. 10.	12^{30}	18,5°	40	25,—°	58	0,70
Mittelwerte	—	—	—	—	—	25,—°	56	—

Die kleinen Polster der Ambrosiakörperchen des Kulturpilzes bilden die Nahrung der Blattschneiderameisen. Die bemerkenswerte Tatsache der Pilzernährung wurde zuerst wiederum von Belt (1874) festgestellt, der die Ameisen als Pilzzüchter und -fresser bezeichnete. Möller konnte diese Ansicht bestätigen und erkannte in den Kohlrabihäufchen im Nest der Ameisen „die hauptsächliche, wenn nicht einzige Nahrung" der von ihm untersuchten *Acromyrmex*-Arten. Er gibt auch eine genaue Beschreibung der Art und Weise, wie die Ameisen diese Nahrung aufnehmen. Spätere Autoren (z. B. Wille, 1929) gehen noch weiter und bezeichnen die Pilzköpfchen sogar als die ausschließliche Nahrung der Ameisen. Damit dürfte auch im wesentlichen das Richtige getroffen sein, denn ich glaube nicht, daß die Ameisen normalerweise etwas anderes verzehren als die Pilzkörperchen, abgesehen vielleicht davon, daß sie gelegentlich beim Blattschneiden die hervorquellenden Flüssigkeitströpfchen aufsaugen mögen (Wille 1929). Bruch (1922) hat nun mit verschiedenen pilzzüchtenden Ameisen, u. a. *A. vollenweideri* For., einer Anregung Forels folgend, Versuche unternommen, um festzustellen, ob sie sich auch von anderen Substanzen als den Kulturpilzen ernähren können. Er konnte zeigen, daß Zucker und Honig in extremen Fällen auch animalische Substanzen von hungernden Ameisen aufgenommen wurden, doch schreibt auch er seinen Ergebnissen nur theoretische Bedeutung zu.

Nicht uninteressant, auch vom praktischen Gesichtspunkt aus ist die Frage, wie lange die Ameisen Hunger vertragen können, bezw. welche

Zeit notwendig ist bis sie verhungern. Möller hat zuerst derartige Hungerversuche gemacht und, wie zu erwarten war, gefunden, daß die Zeit, welche die Ameisen hungern können, sehr von der Luftfeuchtigkeit abhängig ist. Arbeiter von *Acromyrmex disciger* Mayr. gingen in trockener Atmosphäre bei Nahrungsentzug nach 2—3 Tagen zugrunde, konnten jedoch auf einer Unterlage von feuchtem Sand 8—14 Tage lang hungern. Bruch (1922) hat ebenfalls Hungerversuche gemacht und festgestellt, daß Arbeiter von *Acromyrmex lundi* Guér. 45—62 Tage in feuchter Luft ohne Nahrung aushalten können, während Arbeiter von *Atta vollenweideri* For. schon nach 10 Tagen starben. Ich habe selbst ähnliche Versuche mit *A. sexdens* gemacht, die in lose verschlossenen Glasgefäßen in feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre bei durchschnittlich 18—20 ° C verdunkelt oder doch in Dämmerlicht gehalten wurden. Der erste Versuch (begonnen am 12. Oktober) wurde mit Arbeitern aller Größenklassen durchgeführt. Nach 6 Tagen starben die ersten, und zwar kleinsten Arbeiter; die Mehrzahl war nach 8 Tagen tot, und der letzte starb nach 11 Tagen. Es zeigte sich dabei deutlich, daß die kleinsten Arbeiter am wenigsten widerstandsfähig waren, und daß die Soldaten den Nahrungsentzug am längsten vertragen konnten. Geflügelte Männchen, die vor dem Hochzeitsflug einem Nest entnommen worden waren, starben im Hungerversuch ziemlich gleichzeitig nach 7 Tagen.

Im Vergleich mit den mitgeteilten Beobachtungen anderer Autoren kann somit festgestellt werden, daß die Blattschneiderameisen im Gegensatz zu anderen Ameisen nur sehr kurze Zeit ohne Nahrungszufuhr leben können, und daß unter den Blattschneidern wiederum die höchstspezialisierten und wirtschaftlich wichtigsten großen *Atta*-Arten am wenigsten widerstandsfähig sind. Demnach müßte eine restlose Vernichtung sämtlicher Pilzgärten eines Nestes eine Kolonie von *A. sexdens* in sehr kurzer Zeit zum Absterben bringen.

Bei fast allen Blattschneiderameisen findet sich die Brut wie auch die Mehrzahl der Arbeiter normalerweise in den Pilzgärten. Auch bei *A. sexdens* habe ich die verschiedenen Entwicklungsstadien vom Ei bis zur Puppe niemals anders als in den Poren und Höhlungen der Pilzgärten gefunden, wo sie oft in dichten Massen umgeben von zahlreichen Pflegerinnen lagen. Im Bau befindliche, unvollendete Pilzgärten enthalten in der Regel keine Brut, sie findet sich vielmehr fast ausnahmslos im Zentrum des Nestes in besonders großen Kammern mit vollentwickelten Pilzgärten (siehe Abb. 24). Auch die jungen Geschlechtstiere findet man vor dem Ausschwärmen fast ausschließlich in den Pilzgärten, ebenso hält sich hier die alte Königinmutter der Kolonie auf, so daß die Pilzgärten sozusagen das eigentliche Nest darstellen, ja daß man sie geradezu als Nester im Nest bezeichnen kann. Auffallenderweise hat Bruch (1917, S. 159 u. Fig. 3) bei *Atta vollenweideri* For. gefunden, daß hier die Larven und Puppen in besonderen erweiterten Kanälen in der Nähe der Pilzkammern zu finden sind.

Die von den Attinen kultivierten Nahrungspilze erschöpfen durch ihr Wachstum und die Regeneration der von den Ameisen verbrauchten Teile relativ rasch das Substrat, auf welchem sie gedeihen und berauben es seiner pilzernährenden Substanzen. Dadurch wird das ausgelaugte Blattsubstrat zu einem wertlosen Material, dessen weitere Behandlung bei den Blattschneiderameisen verschieden ist. Die meisten primitiven Attinen und wahrscheinlich auch noch die Mehrzahl der *Acromyrmex*-Arten lassen das verbrauchte Blattsubstrat einfach an Ort und Stelle liegen und bauen auf ihm ihre Pilzgärten weiter. Letztere nehmen dadurch beträchtlich an Umfang zu und bestehen schließlich aus einem verbrauchten wertlosen unteren, bezw. zentralen Teil, der an seiner gelblichen Farbe kenntlich ist und einem oberen, bezw. peripheren von lebendem Kulturpilz durchsetzten Mantel von dunklerer Färbung. Möller hat derartige Pilzgärten von *Acromyrmex disciger* Mayr. beschrieben, die eine Länge von nahezu 2 m erreichten. Von den großen *Atta*-Arten scheint nach den bisherigen Beobachtungen nur *A. texana* Buckl. (nach Wheeler 1907) in dieser Weise zu verfahren, so daß deren Pilzgärten mit der Zeit eine beträchtliche Dicke erreichen sollen. Die meisten anderen Arten lösen das verbrauchte Blattsubstrat aus dem Pilzgarten heraus und füllen die Lücken mit frischem Material aus; das alte wird aus dem Nest herausgeworfen. *A. vollenweideri* For. verfährt z. B. (nach Bruch 1917) in dieser Weise, ebenso *A. mexicana* F. Sm. (nach Skwarra 1934).

Auch *A. sexdens* soll nach den bisherigen Beobachtungen in dieser Weise vorgehen. So schreibt Escherich (1926, S. 599), das verbrauchte Blattmaterial würde vom Pilzgarten abgerissen und in Form von kleinen Kügelchen nach außen geschafft. Forel (1896, S. 407) berichtet das gleiche von *A. sexdens* aus Kolumbien. Ich persönlich habe in Mendes, obwohl ich besonders darauf achtete, niemals Pilzabraum außerhalb der Nester beobachtet, sondern wie ich im vorigen Kapitel schon schilderte, stets in unterirdischen Abraumkammern, welche alte verlassene Pilzkammern des Nestes sind. Dieser Widerspruch kann sich entweder so erklären, daß *A. sexdens* sich in der Behandlung des Pilzabraumes lokal verschieden verhält, oder aber, wie ich eher annehmen möchte, daß die beiden genannten Autoren andere Arten vor sich hatten. Man wird zwar einen solchen Irrtum wohl niemandem weniger zutrauen dürfen, als dem großen Systematiker Forel, doch war in der Zeit, aus der seine Beobachtungen stammen, die Systematik der Attinen noch weniger geklärt und ist in der Folgezeit noch wiederholt, sogar von ihm selbst, geändert worden. Ich neige zu dieser Annahme noch besonders deshalb, weil die Beschreibung des von Forel beobachteten Nestes auch in anderer Hinsicht auf eine andere Art schließen läßt. Jedenfalls war in meinem Beobachtungsgebiet der Pilzabraum von *A. sexdens* stets in der beschriebenen Weise im verlassenen Nestabschnitt angehäuft; in sämtlichen alten Nestern, die ich öffnete, fanden sich diese charakteristischen Abraumkammern.

In der älteren Literatur finde ich derartige Abfallkammern nur einmal erwähnt, und zwar wieder von Belt (1874). Er schreibt darüber: „... ich fand nahe den bewohnten Kammern verlassene, die gefüllt waren mit den verbrauchten Blattstückchen, die als Dünger für den Pilz ausgesogen und nun verlassen waren und als Futter für Larven von Staphyliniden und anderen Käfern dienten" (zit. nach Möller, 1893, S. 28). Die Art, auf welche sich diese Beschreibung bezieht, ist (nach Wheeler, 1907) wahrscheinlich *Atta cephalotes* L. Erst in neuester Zeit wird dann wieder von Abfallkammern berichtet, und zwar bei *Atta mexicana* F. Sm. (Skwarra, 1934), doch hat die gleiche Autorin bei dieser Art auch das Herausschaffen der Pilzabfälle (siehe oben) beobachtet, so daß demnach auch ein und dieselbe Art offenbar beide Möglichkeiten der Abfallbeseitigung auszuführen vermag.

Abb. 35. Blick in den verlassenen Nestabschnitt eines großen *Atta*-Nestes (Nest Nr. 1).
In den angeschlagenen Kammern ist der Pilzabraum zu erkennen, dessen Schichtung besonders auf den Kammern in der Bildmitte deutlich ist.

Die vollentwickelten, großen Pilzgärten von *A. sexdens* zeigen, wie ich bei der Beschreibung der Pilzgärten bereits mitgeteilt habe, ähnlich den primitiven Formen einen basalen, gelben ausgelaugten Abschnitt. Ich nehme daher an, daß die Pilzkammern so lange benutzt werden, bis dieser Abschnitt eine gewisse Größe erreicht hat. Dann wird vermutlich der noch lebende Teil des Pilzgartens in eine neue Kammer gebracht und die betreffende Kammer verlassen. Durch Anhäufung weiteren Abraumes in ihr wird sie dann allmählich ganz oder teilweise ausgefüllt. Dies kann so weit gehen, daß die Kammer selbst und sogar die zu ihr hinführenden Kanäle mit altem Pilzmaterial buchstäblich verstopft und unpassierbar sind. Meist ist jedoch nur ein Teil der Kammer gefüllt, und man kann im Querschnitt häufig erkennen, daß das Material schichtweise zu verschiedenen Zeiten aufgebracht wurde. Abb. 35 zeigt einen Blick in den verlassenen Nestabschnitt eines großen alten *Sexdens*-Nestes mit zahlreichen Abfallkammern, in denen auch die schichtweise Ablagerung des Materials, besonders in den oberen Kammern deutlich zu erkennen ist.

Das alte Pilzmaterial ist von sehr charakteristischem Aussehen. Es besteht aus den winzig kleinen vom Pilz ausgelaugten Blattstückchen der

Pilzgärten, welche dunkelbraun geworden sind, aber die Blattstruktur mit dem Geäder, zwischen welchen allerdings die Blattsubstanz häufig zerstört ist, deutlich erkennen lassen. Das Material ist mäßig feucht und locker aufeinander geschichtet, so daß es beim Anschlagen einer solchen Kammer meist leicht herausfällt. Es läßt sich am besten mit sehr fein und gleichmäßig geschnittenem Pfeifentabak vergleichen oder mit gut ausgesiebter Waldstreu. Oft ist es von Schimmelpilzen völlig durchsetzt und überwuchert, da ja hier die ausjätende Tätigkeit der Ameisen fehlt, und da der Kulturpilz nur die für ihn spezifischen Nährstoffe herausgesaugt hatte, für andere Pilzarten aber offenbar noch genügend Nährstoffe übrig waren. Ich fand Kammern, in denen der alte Abraum von einem dichten, filzartigen, schneeweißen Schimmelpilzrasen überwuchert war, auf dessen Oberfläche zahlreiche große, gelbliche Flüssigkeitstropfen standen. Durch diese Pilzdurchsetzung kann das ursprünglich lockere Material so verfestigt und zusammengebacken werden, daß es sich nur in großen Stücken herausreißen läßt. Manchmal findet man, daß auf diesem festgebackenen, verschimmelten alten Abraum neues Material in mehr oder weniger dicker Schicht aufgebracht worden ist, so daß sich dann die Schichten besonders deutlich gegeneinander absetzen (Abb. 36). Die Abfallkammern werden von den Ameisen auch als Totenkammern benutzt, in welchen die Toten der Kolonie bestattet werden. Man findet nämlich verstreut in dem Pilzabraum oft in großer Zahl die Überreste ihrer verwesten oder von Aasfressern ausgehöhlten Leiber in Gestalt von Bruchstücken des Chitinskeletts. Besonders die harten Kopfkapseln der größeren Arbeiterformen, an denen die Mandibeln meist fehlen, sind oft besonders zahlreich (Abb. 37).

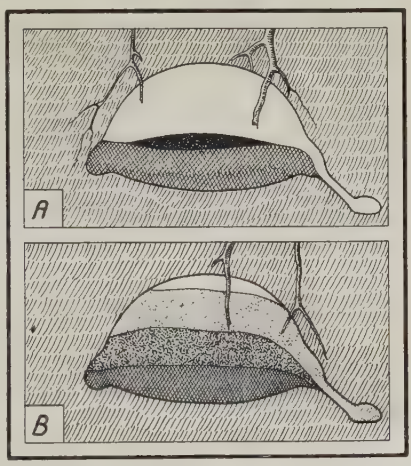


Abb. 36. Schematische Darstellung der Schichtenbildung in den Abraumkammern des verlassenen Nestabschnittes. Durch die verschiedene Schraffur und Punktierung sind die verschiedenen Schichten des Pilzabraums, die zu verschiedenen Zeiten nacheinander abgelagert wurden, kenntlich gemacht.

Der alte Pilzraum wird von zahlreichen Tieren aufgesucht, die als Synoeken im *Atta*-Nest zu betrachten sind. Er wird von diesen durchwühlt und seiner letzten Nährstoffe beraubt und dadurch in den alten Abraumkammern nochmals weitgehend verändert. Die Zahl dieser Synoeken ist sehr beträchtlich; ihr Studium hat zahlreiche neue Arten zutage gefördert und die verschiedenartigsten Beziehungen zu den Wirtsameisen erkennen lassen. Über sie wird zusammen mit den anderen Gästen und Einwohnern im *Atta*-Nest a. a. O. in einer besonderen Veröffentlichung ausführlicher berichtet werden.

Die in den beiden letzten Kapiteln geschilderten sozialen Tätigkeiten der Blattschneiderameisen, Nestbau und Ernährung sind für diese Tiere nicht nur höchst charakteristisch, sondern auch für den Menschen von größter Bedeutung. Während im allgemeinen mit Recht vom angewandt entomologischen Standpunkt aus die verderbliche Wirkung, insbesondere der letzteren dieser beiden Tätigkeitsgruppen, in den Vordergrund gestellt wird darf ihnen doch eine gewisse, ja unter natürlichen Verhältnissen sogar sehr erhebliche nützliche Bedeutung nicht abgesprochen werden. Die,

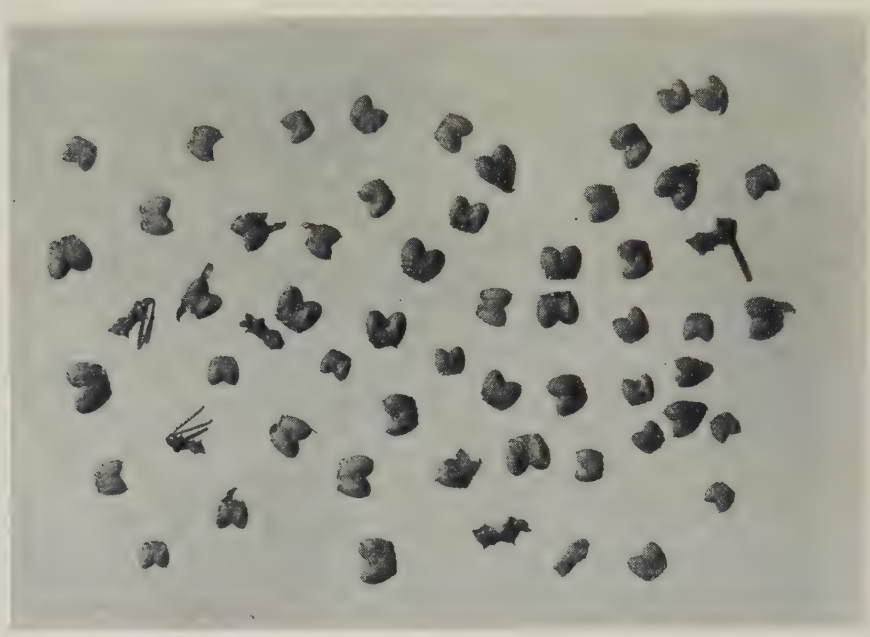


Abb. 37. Überreste toter *Atta*-Arbeiter, besonders Kopfkapseln aus dem Abraum in den Kammern des verlassenen Nestabschnittes.

Durchlüftung des Bodens und die Heraufschaffung gewaltiger Erdmassen aus relativ großer Tiefe muß angesichts des schweren Verwitterungsbodens, in dem die Nester vorkommen und deren großer Häufigkeit für den Pflanzenwuchs und damit indirekt auch für das Tierleben von wesentlicher und fördernder Bedeutung sein. Dazu kommt, daß große Mengen organischer Substanzen in Gestalt des verbrauchten Pilzsubstrates in den Abraumkammern unter die Erdoberfläche gebracht werden. Die durch beide Faktoren bedingte Verbesserung des Bodens muß sich im Laufe der Zeit zu erheblicher, nicht zu unterschätzender Wirkung steigern.

7. Fortpflanzung.

Vielfältig und vielgestaltig wie Nestbau und Ernährung (ökonomische Funktion) sind bei den Blattschneiderameisen auch die Erscheinungen und Tätigkeiten, die mit der Fortpflanzung (geneonomische Funktion), also

der Erhaltung der Art zusammenhängen. Von den zahlreichen unter diesen Begriff fallenden Problemen ist das der Koloniegründung bisher am eingehendsten untersucht und am besten bekannt geworden. Aber noch zahlreiche andere, besonders vom praktischen Standpunkt aus nicht minder wichtige Fragen gehören hierher. Unter ihnen sei zunächst die nach der Zahl der alten Königinnen einer Kolonie besprochen.

Die Frage, ob die Kolonien von *A. sexdens* monogyn oder polygyn sind, ob sie also normalerweise eine oder mehrere alte Königinnen besitzen, ist bisher keineswegs entschieden. Die Schwierigkeit, die Königinmutter eines *Atta*-Volkes in dem Labyrinth eines großen Nestes und in dem Gewimmel der Nestinsassen aufzufinden, dazu die weitere bisher wahrscheinlich noch nicht gewürdigte Schwierigkeit, die alte Königin auch als solche zu identifizieren, läßt die in dieser Hinsicht noch bestehende Unklarheit durchaus verständlich erscheinen. Die primitiven Attinen sind nach den Befunden Wheelers (1907) teilweise polygyn, wie z. B. *Cyphomyrmex (Trachymyrmex) turrifex* Wheel., bei der 4—5 alte Königinnen in einer Kolonie gefunden wurden, doch gibt es unter ihnen auch monogyne Arten. Wenn man die Polygynie als primitive Eigenschaft betrachten will, wofür manche Gründe sprechen, so wäre in der Gattung *Atta* mit großer Wahrscheinlichkeit Monogynie zu erwarten. Jedenfalls kann diese Frage nur durch genaue Untersuchung alter Nester entschieden werden.

Ich habe mich bemüht, solche durchzuführen, und habe bei allen ausgegrabenen Nestern sorgfältig darauf geachtet, die Königinmutter zu finden. Dies gelang mir nur ein einziges Mal, bei dem Riesennest Nr. 1, wo sich die alte Königin im Zentrum des Nestes, mitten in einem mächtigen Pilzgarten mit Brut befand (siehe Abb. 24). Es wäre verfrüht, aus diesem einen Befund auf obligatorische Monogynie bei *A. sexdens* schließen zu wollen, doch bin ich trotzdem der Überzeugung, daß normalerweise nur eine alte Königin vorhanden ist. So teilte mir Herr H. Thönelt mit, daß er bei seinen zahlreichen Grabungen, wenn überhaupt, dann immer nur eine einzige Königin fand, und endlich hat Wheeler (1907) bei *Atta texana* Buckl. auch nur eine Königinmutter gefunden.

Ganz besonders vertrete ich diese Ansicht aber auf Grund der Ergebnisse meiner Adoptionsversuche. Huber (1905) teilt eine Beobachtung mit, nach der befruchtete Weibchen von *A. sexdens* bereitwillig von fremden Arbeitern der eigenen Art adoptiert werden und so zum Verstärken bereits bestehender Kolonien beitragen können. Es erschien mir notwendig, diese Beobachtung nachzuprüfen, und ich habe mehrere Adoptionsversuche durchgeführt. Benutzt wurden dazu junge begattete Königinnen nach vollendetem Hochzeitsflug, die ihre Flügel abgeworfen hatten und im Begriff waren, sich zum Zweck der Koloniegründung einzugraben, resp. ihren Kessel gerade fertiggestellt hatten und wieder ausgegraben wurden.

Der erste Versuch wurde am 11. September um 17 Uhr an Nest Nr. 3 ausgeführt. Dieses Nest eignete sich besonders gut, weil es nie gestört wurde, aber unter ständiger Beobachtung stand. Die junge Königin wurde an einen großen Nesteingang gesetzt, an dem lebhafte Bautätigkeit herrschte. Sie versuchte alsbald, aus dem Bereich der Nestöffnung zu kommen, wurde aber von den Arbeitern, die mit ihr zusammentrafen, sofort angegriffen. Diese bissen sich an ihren Beinen fest und krochen auf ihr herum. Die angegriffene Königin versuchte sich auf alle mögliche Art ihrer Angreifer zu entledigen und streifte einen derselben, der sich an ihren Mundteilen festzubeißen suchte, mit einem Vorderbein ab.

Der zweite Versuch wurde am 12. September an Nest Nr. 1 durchgeführt. Die junge Königin wurde vor eine große Nestöffnung gesetzt und alsbald wie im ersten Versuch von den dort tätigen Arbeitern angegriffen. Sie rollte, umgeben von dem Gewimmel der an ihr festgebissenen Arbeiter und Soldaten nach kurzem Kampf in die Nestöffnung hinein und verschwand meinen Blicken. Als ich am 15. September die Nestöffnung wieder untersuchte, lag die Königin tot und ihrer Gliedmaßen zum größten Teil beraubt in einiger Entfernung daneben. Kleine Ameisen einer anderen Art (*Pheidole* sp.) waren eifrig dabei, den Kadaver auszuhöhlen.

Beide Versuche sind in ihren Ergebnissen durchaus eindeutig und sprechen entschieden gegen die Möglichkeit einer Adoption, wenigstens in normalen Kolonien mit eigener Königinmutter. (Es sei daran erinnert, daß in Nest 1, an welchem der zweite Versuch durchgeführt wurde, später die alte Königin aufgefunden wurde.) Ob in weisellosen Kolonien oder in solchen, in denen die Fruchtbarkeit der alten Königin erschöpft ist, die Adoption einer Ersatzkönigin auch abgelehnt wird, möchte ich damit jedoch nicht in Abrede stellen. Jedenfalls sprechen alle Argumente, besonders auch die Ergebnisse meiner Adoptionsversuche, durchaus dafür, daß die Kolonien von *A. sexdens* normalerweise monogyn sind, eine Ansicht, der ich auch früher schon (1932) Ausdruck verliehen habe.

Es wurde oben die Notwendigkeit angedeutet, die alte Königin auch als solche zu identifizieren. Diese Notwendigkeit ergab sich für mich zunächst daraus, daß ich in dem Altbau Nr. 1, in welchem die alte Königin aufgefunden wurde, noch 2 flügellose Weibchen gefunden habe, so daß ich zuerst der Ansicht zuneigte, die Kolonien seien polygyn. Um Sicherheit zu erhalten, ging ich jedoch sehr bald dazu über, sämtliche gefundenen Weibchen, welche äußerlich als alte Königinnen angesprochen werden mußten, zu untersuchen und unter dem Binokel den Geschlechtsapparat zu präparieren. Infolge der sehr auffälligen Unterschiede, die zwischen der Beschaffenheit der Ovarien, des *Receptaculum seminis* und des Fettkörpers alter und junger Königinnen bestehen (siehe unten), konnte auf diese Weise sehr rasch ermittelt werden, daß die zuerst gefundenen flügellosen Weibchen junge Geschlechtstiere waren, die offenbar vor dem Ausschwärmen auf irgendeine Weise vorzeitig die Flügel verloren hatten oder deren Flügel vielleicht überhaupt nicht entwickelt waren. Letzterer Annahme neige ich eher zu, da ich bald auch Übergangsformen zwischen normal geflügelten und ungeflügelten jungen Weibchen in Gestalt von solchen mit mehr oder weniger verkümmerten Flügeln (Abb. 38) in der vor dem Schwarm stehenden Kolonie fand. Die Beschaffenheit der Flügel-

stummel zeigte, daß es sich bei den kurzflügeligen und flügellosen Formen nicht etwa um Mutationen handelte, sondern um Tiere, deren Flügel wahrscheinlich infolge räumlicher Behinderung nicht voll zur Entfaltung gekommen waren. Nur eins der in dieser Kolonie gefundenen flügellosen Weibchen konnte auf Grund der anatomischen Untersuchung sofort und einwandfrei als alte Königin erkannt werden. Es ergibt sich aus dieser Beobachtung auch für zukünftige Untersuchungen die Forderung, Polygynie in einer Ameisenkolonie erst dann als gesichert zu betrachten, wenn sich die gefundenen flügellosen Weibchen auch in der Beschaffenheit des Geschlechtsapparates als alte Königinnen dokumentieren.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich auch, daß ich in zwei Abraumkammern der tiefsten Nestschicht die Kadaver je einer flügellosen Königin fand, die ihrer Gliedmaßen beraubt, vertrocknet und zum Teil ausgefressen in dem alten Pilzgartenabraum lagen. Diese Funde würden für einen Ersatz alter Königinnen durch Adoption junger Weibchen sprechen, wenn sich der Nachweis hätte erbringen lassen, daß es sich hier um die Leichen alter Königinnen handelte. Dieser konnte jedoch infolge der weitgehenden Zerstörung der Überreste nicht erbracht werden, so daß es sich ebensogut, ja sogar wahrscheinlich um junge flügellose Weibchen, wie sie eben erwähnt wurden, handelte.

Abb. 38. Junge, schwarmunfähige *Atta*-Weibchen mit verkümmerten Flügeln.

Da die Beschaffenheit der Geschlechtsorgane und des Fettkörpers als Kriterium für das Alter und die sexuelle Phase der Weibchen genannt wurde, bedarf sie einer kurzen Besprechung. Ich muß mich hierbei auf eine grob-morphologische Darstellung der in Frage kommenden Organe beschränken, da mein Material eine eingehendere Untersuchung nicht zuließ,[1]) und eine solche überdies den Rahmen dieser Arbeit überschreiten

[1]) Zwar standen mir jungfräuliche Weibchen und begattete junge Königinnen genügend zur Verfügung, doch lag mir nur die erwähnte einzige alte Königin vor, deren Hinterleibsorgane zwar in Alkohol-Eisessig fixiert, aber bei der Untersuchung, die erst ein Jahr später durchgeführt werden konnte, bereits so weit erhärtet waren, daß sie in Anbetracht der geringen Größe und komplizierten räumlichen Lagerung der Einzelteile nicht mehr zur Erkennung sämtlicher Einzelheiten verwendbar waren. Insbesondere bereitete die Entwirrung der brüchig gewordenen Ovariolen und die Präparation der Ausführgänge und Anhangsdrüsen Schwierigkeiten.

würde; sie ist auch zur Charakterisierung der hier in Frage kommenden Verhältnisse nicht erforderlich.

1. Das junge, unbegattete Weibchen vor dem Ausschwärmen. Das Abdomen ist fast vollkommen ausgefüllt von dem mächtig entwickelten Fettkörper, der alle anderen Organe überdeckt und einhüllt. Er besteht zum größten Teil aus kleinen weißen Perlen, die frei in der Leibeshöhle liegen und beim Öffnen des Abdomens hervorquellen. Beim Präparieren in physiologischer Kochsalzlösung fallen dieselben leicht heraus und sammeln sich am Boden des Versuchsgefäßes an. Ich halte diese Fettkörperperlen für Einzelzellen (obwohl auf meinen Präparaten der Kern nicht deutlich erkennbar ist und daher auch die Möglichkeit besteht, daß es sich um Zellgruppen oder Syncytien handeln könnte), da bei alten Königinnen die Zellnatur dieser Gebilde einwandfrei zu erkennen ist. Diese Fettkörperzellen enthalten bei der jungen Königin zahlreiche Vakuolen verschiedener Größe, die mit Reservestoffen gefüllt sind, die Zellen prall ausdehnen und deren Protoplasma zu einem dünnen Netzwerk zusammendrängen (Abb. 39 A). Der Fettkörper ist das Reservoir für die in der Larvenzeit angesammelten Reservestoffe, welche das ausschwärmende Weibchen zur Ausbildung der Ovarien und zur Bestreitung seines eigenen Stoffwechsels während der Koloniegründung benötigt.[1]) Der Geschlechtsapparat ist noch wenig entwickelt, besonders die Ovariolen, seine Hohlräume und Ausführgänge sind noch nicht gefüllt, so daß er unter den Massen des Fettkörpers schwer zu finden ist. Der Darmkanal ist leer, die Malpighischen Gefäße sind weiß. Ich halte es für durchaus möglich, daß die jungen Weibchen vor dem Ausschwärmen keine Nahrung aufnehmen, auch die eigentümliche Stellung und der fast lethargische Zustand, in welchem sie sich vor dem Schwärmen befinden, (siehe unten) spricht hierfür.

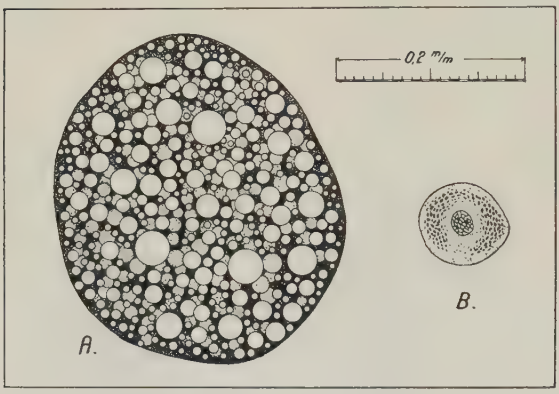


Abb. 39. Fettkörperzellen eines jungen *Atta*-Weibchens vor dem Schwarm (A) und einer alten Königinmutter einer großen Kolonie (B). (Nähere Erklärung im Text.)

2. Das junge begattete Weibchen vor der Koloniegründung. Die Weibchen, welche den Hochzeitsflug hinter sich haben, lassen sich zur Erde herab, werfen die Flügel ab und schreiten zur Koloniegründung, indem sie sich an einer geeigneten Stelle eingraben. Sie sind auf dem Hochzeitsflug begattet worden, ob ein oder mehrmals ist unbekannt. Der Zustand der Abdominalorgane ist im wesentlichen der gleiche wie beim unbegatteten Weibchen. Auch hier dominiert der Fettkörper, der Darmkanal ist leer. Ein bemerkenswerter Unterschied allerdings ist vorhanden, nämlich das *Receptaculum seminis* ist prall gefüllt mit Sperma, das durch die durchsichtige Wand dieses Organs sichtbar ist. Das Receptaculum liegt als große weißliche Blase, die auch mit bloßem Auge nicht zu übersehen ist, am hintersten Ende des

[1]) In Brasilien gilt bei den Indianern und vielen anderen Eingeborenen der Hinterleib der jungen *Atta*-♀♀ als nahrhafte und begehrte Speise, was in Anbetracht des Fettgehaltes verständlich ist. Tatsächlich sind die Hinterleiber geröstet und entsprechend zubereitet als Delikatesse zu bezeichnen.

Abdomens ventral vom Enddarm. Man ist überrascht über die Menge des Spermas nach der Begattung, doch ist zu bedenken, daß der Spermavorrat für das ganze, vermutlich lange Leben der Königin ausreichen muß, und daß mit ihm viele Tausende ja Hunderttausende von Eiern befruchtet werden sollen. Die Füllung des Receptaculums ist ein leicht sichtbares Kriterium für die erfolgte Begattung.

3. Die alte Königin einer Kolonie. Bei ihr sind die Verhältnisse wesentlich andere: Der Fettkörper ist bis auf geringe Reste verschwunden. Nur vereinzelt finden sich Fettkörperzellen oder Gruppen von solchen zwischen den Organen. Sie sind wesentlich kleiner als bei der jungen Königin, da die Vakuolen fast vollständig fehlen und sind braun gefärbt. Im mikroskopischen Bild erkennt man, daß die Braunfärbung von kleinen braunen Körnchen herrührt, die hauptsächlich in der Peripherie der Zelle dem Zellplasma in großer Zahl eingelagert sind. Im Zentrum der Zelle liegt der abgerundete Kern, in welchem das Chromatin gleichmäßig und fein verteilt ist (Abb. 39 B).

Der weitaus größte Teil des Abdomens wird eingenommen von den mächtig entwickelten Ovarien (Abb. 40 A), die nunmehr in der Gesamtheit des Geschlechtsapparates weit in den Vordergrund treten. Die Ovariolen bilden 2 stattliche Bündel, zwischen denen alle übrigen Abdominalorgane verborgen sind. Eine genaue Auszählung ergab für das eine Ovar 258 Ovariolen, so daß demnach beide Ovarien mehr als 500 Eischläuche

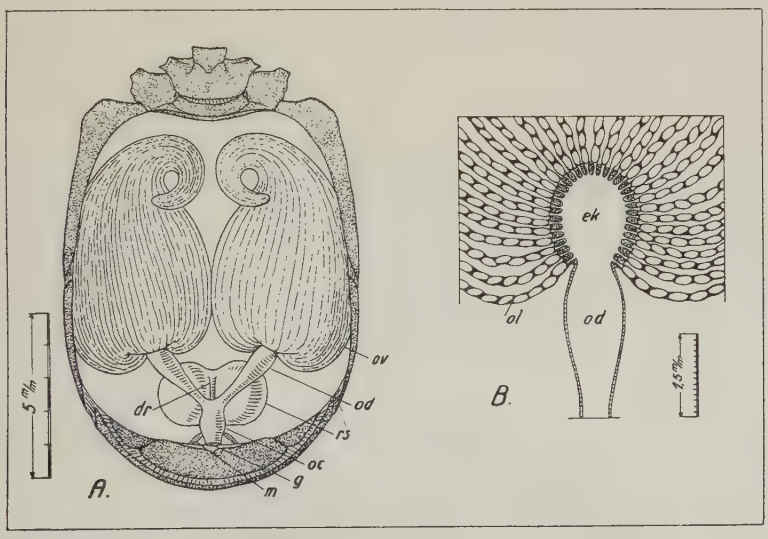


Abb. 40. Der Geschlechtsapparat der alten *Atta*-Königin.
A = Topographie der weiblichen Geschlechtsorgane, in den Umriß des Abdomens eingezeichnet, von der Ventralseite aus gesehen. B = Schematischer Längsschnitt durch Ovidukt und Eikelch mit ansitzenden Ovariolen eines Ovars. dr = *Ductus receptaculi.* ek = Eikelch. g = Genitalöffnung. oc = *Oviductus communis.* od = Ovidukt (paarig). ol = Ovariole. ov = Ovar. m = Muskeln des *Oviductus communis.* rs = *Receptaculum seminis.*

enthielten, eine Zahl, die bisher noch für keine andere Ameise ermittelt wurde. Die Ovariolen sind von beträchtlicher Länge und erheblich länger als das Abdomen. Folglich sind sie in Windungen gelegt und verschlungen, so daß jedes Ovar, das überdies von zahlreichen Tracheen durchzogen wird, ein schwer entwirrbares Knäuel bildet. Die Länge einer Ovariole in frischem Zustand betrug 7 cm, so daß sämtliche Eischläuche einer einzigen alten Königin aneinandergereiht die stattliche Länge von etwa 35 m ergeben würden. Die Eischläuche enthalten in ihrem Basalabschnitt durchschnittlich 10—12 legereife Eier

(mit vollentwickeltem Chorion, ohne Nährzellen), so daß in beiden Ovarien etwa 5000 legereife Eier vorhanden sind. Man versteht nun die gewaltige Zeugungskraft einer *Atta*-Königin und die daraus resultierende riesige Volkszahl einer Kolonie. Gerade in der mächtigen Entwicklung der Ovarien erblicke ich wiederum ein Argument für meine Annahme, daß die Kolonien von *A. sexdens* monogyn sind.

Die Ovariolen sind wie bei den übrigen Hymenopteren, polytroph und scheinen in ihrer histologischen Beschaffenheit keine bemerkenswerten Unterschiede gegenüber den allgemein bekannten Verhältnissen aufzuweisen. Erwähnt sei jedoch die ungeheuere Menge von Eianlagen in jeder Eiröhre, die eine fast unerschöpfliche Eiproduktion gewährleisten dürfte. Die Ovariolen entspringen aus dem Endabschnitt des zugehörigen Oviduktes, der auch als Eikelch bezeichnet wird. Infolge der großen Masse der Eischläuche ist dieser Endabschnitt relativ lang. Er erscheint als becherartige Einstülpung in die Basis der Ovarienbündel und hat eine Tiefe von 1,6 mm bei einer maximalen Breite von 1,1 mm und einem Mündungsdurchmesser von 0,5 mm. Seine Wandung ist auffallend dick (Abb. 40 B).

Die Ausführgänge der Ovarien waren bei der untersuchten Königin in ihrer ganzen Ausdehnung von zahlreichen Eiern erfüllt. Die beiden Ovidukte sind in der Nähe der Ursprungsstelle aus den Ovarien etwas erweitert und vereinigen sich zu einer kurzen muskulösen Vagina *(Oviductus communis)*, die ventral vom After als Querspalt nach außen mündet. Der Endabschnitt der Vagina ist durch kurze Muskeln (mindestens 4) mit der Körperdecke verbunden.

Das *Receptaculum seminis*, ist wie bei den meisten Ameisen (Adam 1913) eine Blase, die aus 2 kugeligen, median verwachsenen Hälften besteht und dorsal der Übergangsstelle der Ovidukte in die Vagina liegt. Sie war auch bei der alten Königin noch prall mit Sperma gefüllt und hatte eine Breite von 3,5 mm bei einem Durchmesser der kugeligen Hälften von 1,9 mm. Der Samengang (*Ductus receptaculi)* entspringt als kurzes S-förmig gekrümmtes Rohr auf der Vorderseite des Receptaculums zwischen den beiden kugeligen Hälften und mündet mit einer schwachen Erweiterung in die Dorsalseite der Vagina. Anhangsdrüsen (*Glandulae receptaculi*) wurden nicht gefunden, doch sind solche in Homologie zu den Verhältnissen bei den übrigen Formiciden sicher vorhanden.

Der Mitteldarm der alten Königin ist prall gefüllt mit einer gelblichen Flüssigkeit, in der man unter dem Mikroskop zahlreiche Zellen und Zelltrümmer erkennt. Die Malpighischen Gefäße sind nicht weiß, wie bei der jungen Königin, sondern ähnlich wie die Fettkörperzellen dunkelbraun gefärbt.

Der Fund der alten Königin wirft auch Licht auf die Frage nach dem normalen Aufenthaltsort derselben im Nest. Wir verdanken besonders Wheeler (1907) zahlreiche Angaben über Funde alter Königinnen in den Nestern von Attinen, die sich vor allem auf primitive Formen mit kleinen Nestern beziehen, wo die Königin leichter aufzufinden ist. Aber auch in einem großen Nest von *A. texana* Buckl. hat Wheeler die Königinmutter der Kolonie erbeutet. In all diesen Fällen befand sich die Königin in einem der Pilzgärten. Auch ich habe in Brasilien zahlreiche Nester einer *Trachymyrmex*-Art untersuchen können, die sich als *nova species: Tr. attaxenus* Menozzi erwies und fand die Königin immer in einer Pilzkammer. Hiermit stimmt auch der Fund der alten *Sexdens*-Königin in Nest 1 überein, die sich, wie erwähnt, in einer der großen zentral gelegenen Pilzkammern des Nestes im Pilzgarten aufhielt. Ich hatte früher (1932) auf Grund der Jakobyschen Ausgrabungen die Möglichkeit für nicht ausgeschlossen gehalten, daß im *Atta*-Nest eine be-

sondere Königinzelle vorhanden sei, welche ähnlich den Verhältnissen bei den Termiten der normale Aufenthaltsort der Königin darstelle. Diese Ansicht ist demnach nicht aufrecht zu erhalten. Es ist auch nicht anzunehmen, daß die Königin ihren Sitz stets in derselben Pilzkammer hat; vielmehr ist es durchaus wahrscheinlich, daß sie sich von Zeit zu Zeit in eine andere Kammer begibt und dort Eier legt, was in Anbetracht der Verlagerung der gesamten Nestanlage ja auch notwendig wird.

Nicht unerwähnt bleiben soll in diesem Zusammenhang eine Angabe der Eingeborenen. Diese behaupteten, die Königin hielte sich normalerweise in einer oben offenen hühnereigroßen sehr festen Erdzelle auf, welche an der Basis eines Pilzgartens in einer besonderen „Königskammer" (bras.: *panella maestre*) eingebaut sei. Tatsächlich wurden verschiedene derartige Zellen bei unseren Ausgrabungen an Nest 1 und 2 zutage gefördert. Versuche zeigten, daß eine Königin gerade im Innern einer solchen Zelle Platz hat. Ich halte diese Gebilde jedoch für die Puppenwiege eines Commensalen oder Gastes, wahrscheinlich eines Lamellicorniers, wie sie im *Atta*-Nest in verschiedenen Arten vorkommen. Die Ansicht der Eingeborenen, daß dies eine Königinzelle sei, ist vermutlich so entstanden, daß sich einmal eine Königin bei einer Ausgrabung eines Nestes in ein derartiges Gebilde verkrochen hatte.

Als ich meine Ausgrabungen von *Atta*-Nestern in Mendes durchführte, bereiteten sich die alten Kolonien zum Schwärmen vor. Der erste Schwarm wurde am 10. September beobachtet, die Hauptschwärmzeit fiel in den Oktober. Dementsprechend enthielten sämtliche alten Nester junge Geschlechtstiere, die nur auf die Gelegenheit zum Ausschwärmen warteten. Sämtliche untersuchten Kolonien enthielten gleichzeitig junge geflügelte Weibchen und Männchen. Die Kolonien von *A. sexdens* sind demnach in organizistischem Sinne zwittrige Organismen. Sie werden relativ spät geschlechtsreif, denn der Jungbau Nr. 2, der doch immerhin schon eine ziemliche Größe besaß, enthielt noch keine jungen Geschlechtstiere.

Abb. 41. Pilzgarten mit zahlreichen jungen Geschlechtstieren von *Atta sexdens*.

Die Aufenthaltsorte der jungen Geschlechtstiere vor dem Schwärmen sind die Pilzkammern, und zwar können Männchen wie Weibchen in sämtlichen Teilen des Nestes gefunden werden. Irgendeine Regel oder einen besonders bevorzugten Nestabschnitt gibt es offenbar nicht. Ich fand die Geschlechtstiere sowohl in den großen Pilzkammern im Zentrum des

Nestes als auch an der Peripherie, selbst in leeren Kammern. Dagegen halten sie sich in der Regel nicht in den Kammern mit kleinen entstehenden Pilzgärten auf. In einer der untersten Kammern des Nestes Nr. 1 fand ich zahlreiche junge Geschlechtstiere, die den Pilzgarten, der völlig zusammengesunken war, mit einer dicken Schicht bedeckten, so daß er beim Öffnen der Kammer zunächst nicht zu erkennen war. Gleich unter dieser Kammer, die 97 Weibchen und zahlreiche Männchen enthielt, begann der verlassene Nestabschnitt. Meist finden sich beide Geschlechter nebeneinander in ein und derselben Kammer, doch fand ich auch Kammern, in denen sich nur Männchen oder nur Weibchen aufhielten. So stieß ich in großer Tiefe auf eine kleine Kammer, in der nur 4 geflügelte Weibchen waren. In den Kammern mit Pilz saßen die Geschlechtstiere stets in den Pilzgärten, deren Poren und Höhlungen sie oft geradezu verstopften. Sehr häufig fanden sie sich auch in einer kleinen Höhlung, die sich häufig an der Basis des Pilzgartens, in dem unteren verbrauchten Pilzmaterial befand. Sie verhalten sich völlig regungslos und scheinen sich in einer Art Lethargie zu befinden. Dies fiel besonders bei den Weibchen auf, die zusammengekrümmt waren und die Beine dicht angezogen hatten. Nahm man sie heraus, so liefen sie jedoch sehr lebhaft umher. Wahrscheinlich bleiben die jungen Geschlechtstiere im Nest vor dem Ausschwärmen im wesentlichen an der Stätte ihrer Entstehung.

Die Zahl der Geschlechtstiere in einer Kammer wechselt stark und ist nicht immer abhängig von der Größe der betreffenden Kammer oder des betreffenden Pilzgartens. Die geringste Zahl von Weibchen, die ich in einer Kammer fand, war 1, die höchste 190. Der Durchschnitt zahlreicher Zählungen ergab 62 je Pilzkammer; die Zahl der Männchen ist erheblich größer.

Die Gesamtzahl der jungen Geschlechtstiere, besonders der Weibchen, die in einer Saison von einer Kolonie hervorgebracht werden, ist im Hinblick auf die Epidemiologie von *A. sexdens* von größter Bedeutung. Ich habe daher sämtliche Weibchen in Nest 1 trotz der großen Schwierigkeit dieser Aufgabe gewissenhaft ausgezählt. Es ergab sich dabei die gewaltige Zahl von 3697 jungen Königinnen für diese eine alte Kolonie. Die Zahl der Männchen wurde nicht festgestellt, weil dadurch die Arbeit noch weiterhin erheblich erschwert worden wäre, und weil dieselbe auch weniger wichtig ist. Schätzungsweise sind jedoch mindestens zehnmal soviel Männchen als Weibchen vorhanden.

Die Schwärme finden in Südbrasilien zu Beginn des Frühjahres, also vornehmlich in den Monaten September bis November statt. Die Nester werden zu diesem Zweck in höchst eigenartiger und auffälliger Weise vorbereitet, so daß man schon an der Nestoberfläche ohne weiteres erkennen kann, ob eine Kolonie vor dem Schwarm steht. Wie ich schon früher mitgeteilt habe, werden dabei die Nestöffnungen unregelmäßig erweitert und ausgehöhlt, so daß grottenartige Höhlungen entstehen (Abb. 42).

Dabei wird häufig ein Kanal mit mehreren Ausgängen versehen, so daß die Mündung verzweigt erscheint, auch scheinen zur Schwärmzeit die Nestöffnungen selbst vermehrt zu werden. Besondere Aufbauten oder Überbauten aus Erde, wie ich es früher angegeben habe, werden jedoch nicht hergestellt. In diesen Schwärmgrotten sammeln sich die Geschlechtstiere vor dem Abflug und halten sich hier noch längere Zeit im Schutze des heimischen Nestes auf, bevor sie sich in die Luft erheben.

Abb. 42. Oberfläche eines *Atta*-Nestes (Nr. 7) vor dem Schwarm. Die Nestöffnungen sind zu „Schwärmgrotten" erweitert.

Schon mehrere Tage vor dem Schwarm herrscht auf der Nestoberfläche lebhafter Betrieb. Der Außendienst, also Schlepp- und Bautätigkeit ist eingestellt, dagegen laufen Arbeiter aller Größenklassen — die Soldaten mit aufgesperrten Mandibeln — aufgeregt auf dem Nest herum, oft weit über das Nestareal hinausschweifend. Wenn endlich die Geschlechtstiere zum Abflug erscheinen, steigert sich die Erregung; ein Taumel scheint die ganze Kolonie ergriffen zu haben, es ist, als seien auch die Arbeiter in eine Art sexuelle Ekstase geraten. Betritt man einen solchen Bau während des Schwärmens, so ist man im Nu von den Arbeitern bedeckt und kann sich der Bisse der aufgeregten Tiere kaum erwehren.

Die Schwarmzeit wird durch die Witterung bestimmt; die Schwärme erfolgen mit großer Regelmäßigkeit nach Niederschlägen, wenn der Boden aufgeweicht und dadurch den jungen begatteten Königinnen das Eingraben erleichtert ist, worauf auch frühere Autoren bereits hingewiesen haben. Der Zusammenhang zwischen Schwärmen und Niederschlag ergibt sich deutlich aus Abb. 43, auf der für die gesamte Beobachtungszeit in Mendes

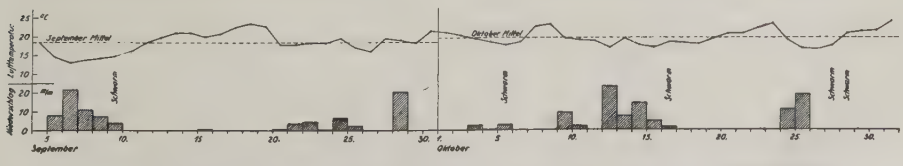


Abb. 43. Graphische Darstellung der Abhängigkeit der *Atta*-Schwärme von den Niederschlägen. Dargestellt für sämtliche in den Monaten September und Oktober beobachteten Schwärme.

sämtliche beobachteten Schwärme, sowie Niederschlag und Temperatur dargestellt sind.

Am 28. Oktober um 16 Uhr konnte ich einen Schwarm an Nest Nr. 7 beobachten, von dem auch die hier wiedergegebenen Abb. 42 und 44 stammen. Als ich am Nest ankam, saßen bereits zahlreiche junge Geschlechtstiere in den Schwärmgrotten, die aus dem Nestinnern immer mehr Zuzug erhielten und umgeben waren von der aufgeregten Menge der Soldaten und Arbeiter. Die geflügelten Tiere, Männchen und Weibchen,[1]) bewegten sich langsam in diesem Gewimmel umher und suchten einen geeigneten Abflugsplatz, meist eine etwas erhöhte Bodenstelle, selten klettern

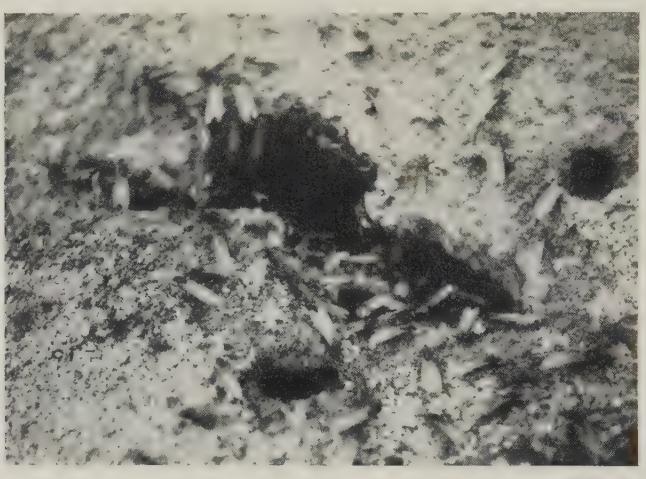


Abb. 44. Junge Geschlechtstiere kurz vor dem Abflug zum Schwarm an einer zur „Schwarmgrotte" erweiterten Nestöffnung versammelt.

sie an Gräsern oder Zweigen hoch. Vor dem Abflug schwirren sie eine Zeitlang mit den des Fluges noch ungewohnten Flügeln und erheben sich dann schwerfällig mit tiefem Brummton in die Luft, um bald schneller werdend, den Augen zu entschwinden. Eine Menge von insektenfressenden Vögeln, vor allem Tyrannen und Furnariiden hatten sich in der Umgebung des Baues versammelt, um die abfliegenden Weibchen als leichte Beute zu fangen und ihnen den fettgefüllten Hinterleib abzubeißen. Oft kann man schon von weitem an dieser Vogelversammlung erkennen, wo ein schwärmendes *Atta*-Nest ist. In einem Falle konnte ich beobachten, daß aufkommender Regen den Schwarm verhinderte und die bereits herausgekommenen Geschlechtstiere wieder ins Innere des Nestes verscheuchte. Nach erfolgtem Schwarm ziehen sich die Arbeiter und Soldaten langsam wieder ins Nestinnere zurück, kein Leben ist dann mehr zu sehen, selbst

[1]) Die von mir früher wiedergegebene Beobachtung Jacobys, daß Männchen und Weibchen getrennt das Nest zum Ausschwärmen verlassen, ist demnach nicht zutreffend.

die Schlepptätigkeit scheint eine Zeitlang noch eingeschränkt zu sein. Es ist, als befände sich die ganze Kolonie in einer Art geschlechtlicher Erschöpfung.

Besondere Beachtung verdient die Frage, wann die Kopula stattfindet. v. Ihering (1898) nahm an, daß die ausschwärmenden Weibchen bereits in der Mutterkolonie begattet worden seien, daß also Geschwisterehe stattfände. Dann wäre das Schwärmen gar kein Hochzeitsflug, sondern würde lediglich der Ausbreitung der Art dienen. Ich habe schon früher diese Annahme bezweifelt und nunmehr die Gelegenheit wahrgenommen, exakte Untersuchungen zur Klärung dieser Frage durchzuführen. Zunächst wurden zahlreiche junge Königinnen, die aus alten Nestern vor dem Schwärmen ausgegraben waren, besonders solche aus Pilzkammern, in denen sich auch Männchen aufhielten, auf die Beschaffenheit ihres Geschlechtsapparates untersucht. Kein einziges dieser Weibchen war begattet. Ferner wurde an schwärmenden Nestern genau darauf geachtet, ob auf der Nestoberfläche Copulae stattfanden; niemals wurden solche beobachtet. Schließlich wurden dann noch um ganz sicher zu gehen, ausschwärmende Weibchen in dem Augenblick, als sie vom Nest abflogen, mit einem Schmetterlingsnetz eingefangen und untersucht; auch sie waren sämtlich nicht begattet. Demnach dürfte einwandfrei feststehen, daß eine Begattung vor dem Schwarm nicht stattfindet. Der Schwarm ist demnach ein Hochzeitsflug, der allerdings gleichzeitig der Verbreitung der Art dient. Sämtliche junge Königinnen, die nach dem Schwarm sich zu Boden niederließen und die Flügel abwarfen, waren begattet. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß eine Königin auf dem Hochzeitsflug nicht begattet wird, jedenfalls dürfte sie dann nicht zur Koloniegründung schreiten. Die große Überzahl der Männchen gewährleistet die Begattung sämtlicher Weibchen, und die meteorologisch bedingte Gleichzeitigkeit des Schwärmens zahlreicher Kolonien ist eine weitere Gewähr dafür, daß Kreuzbefruchtung stattfinden kann.

Nach dem Hochzeitsflug schreiten die jungen begatteten Königinnen zur Koloniegründung. Über diese sind wir vor allem unterrichtet durch die Arbeiten von v. Ihering (1898) und Huber (1905); auch ich habe (1932) über diesen Vorgang einige Mitteilungen gemacht, so daß ich dem Bekannten nur wenig Neues hinzufügen kann. Das Eingraben der jungen Weibchen läßt sich leicht beobachten; auch läßt sich feststellen, daß nackte Bodenstellen, offenbar wegen des leichteren Eindringens in den Boden bevorzugt werden. Daher finden sich auch die jungen Nester so oft an Wegrändern und auf kultiviertem Gelände. Die von der Königin bei ihrer Grabarbeit herausbeförderten Erdkügelchen sind an ihrer Größe leicht kenntlich; sie werden kraterförmig, oft auch einseitig um die Eingangsöffnung herum abgelegt. Die Königin braucht relativ lange, bis sie in der Tiefe ihres Schachtes ein Erdkrümchen losgelöst, geformt und zur Oberfläche gebracht hat; ich stoppte in einem Fall 3 Min. 50 Sek. Wenn die Königin eine gewisse Tiefe erreicht hat, beginnt sie

von innen her den Eingangskanal zu vermauern. Sie muß dabei sehr genau abwägen können, wann der Zeitpunkt erreicht ist, an dem sie mit dem Zumauern beginnen muß, denn einerseits muß der Kessel geräumig genug, das Eingangsrohr aber bis zum Kessel verschlossen werden. Sobald der Eingang mit Erde verschlossen ist, befindet sich die Königin, die während des Grabens noch den Angriffen zahlreicher Feinde ausgesetzt war, zunächst in relativer Sicherheit. Da durch Regen und Wind die Spuren der Grabtätigkeit auf der Erdoberfläche bald verwischt werden, verrät nichts mehr den Ort der entstehenden *Atta*-Kolonie. Auf Grund zahlreicher Messungen betrug die Tiefe des Koloniegründungskessels unter der Nestoberfläche und somit die Länge des Eingangsschachtes 11—19 cm. Der Kessel selbst war meist oval, manchmal aber auch kreisrund mit einem größten Durchmesser von 3,5—4,5 cm und einer Höhe von 12 bis 20 mm. Die Decke ist flach oder schwach gewölbt.

Über die Vorgänge der Koloniegründung selbst, die Eiablage, das Entstehen des ersten Pilzgartens usw. haben uns die Untersuchungen der oben erwähnten Autoren in allen wesentlichen Einzelheiten unterrichtet. Das Wachstum der Pilzgärten und der entstehenden Kolonie läßt sich bekanntlich ohne große Schwierigkeiten in künstlichen Nestern verfolgen; auch ich habe derartige Versuche durchgeführt, ohne daß sich dabei etwas wesentlich Neues ergeben hätte. Man kann jedoch auch die Erstlingsnester junger sich eingrabender Königinnen markieren und dann in verschiedenen Zeitabständen untersuchen. Man gewinnt dadurch ein Bild über alle Phasen des Ablaufs der Koloniegründung unter natürlichen Bedingungen, das aber gleichfalls mit den experimentell erarbeiteten Zügen übereinstimmt und lediglich im zeitlichen Ablauf Modifikationen aufweist, die klimatisch bedingt sein dürften. Die Markierung wurde in der Weise vorgenommen, daß neben die sich eingrabende Königin ein Holzstab gesteckt wurde, der mit einer Nummer versehen und auf dem das Schwarmdatum vermerkt war. In einem derart markierten 8 Tage alten Kessel (Schwarm am 16. Oktober) fand sich ein kleiner, erst wenige Millimeter großer Pilzgarten, außerdem waren bereits zahlreiche Eier vorhanden. 15 Tage alte Kessel (Schwarm gleichfalls am 16. Oktober) enthielten Pilzgärten, die schon fast 1 cm Durchmesser hatten. Diese Pilzgärten unterscheiden sich nicht unwesentlich von den großen Pilzgärten der alten Nester. Ihre Farbe ist fast rein weiß, da das Substrat ja bekanntlich keine Blätter sind, sondern die flüssigen Exkremente der Königin; somit besteht der kleine Pilzgarten fast nur aus den Pilzhyphen, die noch keine Ambrosiakörperchen aufweisen und auch in ihrer Wuchsform anders sind als die der Kolonie-Pilzgärten. Der kleine Pilzgarten der entstehenden Kolonie erweist sich unter der Lupe als zusammengesetzt aus zahlreichen kleinen Flöckchen von etwa $^1/_2$ mm Durchmesser, bei denen man vielfach im Zentrum einen etwas dunkleren Kern und an der Peripherie die nach allen Seiten ausstrahlenden Pilzfäden erkennen kann. Diese Flöckchen

sind zweifellos jene, die nach Hubers Beschreibung (1905) von der Königin zum Zwecke der Düngung aus dem Pilzgarten herausgenommen und diesem dann wieder eingefügt werden.

In den ersten 18 Tagen nach der Herstellung des Kessels waren noch keine Larven vorhanden. In drei untersuchten Gründungsnestern von 15 und 18 Tagen Alter (Schwarm am 16. Oktober) waren nur Eier vorhanden, und zwar 55, 64 und 67. Überraschend ist hier die ziemlich gleichmäßige Eizahl, die wahrscheinlich von der Königin entsprechend den Beobachtungen Hubers durch Verzehren der überzähligen resp. später abgelegten Eier auf dieser Höhe gehalten wird. Eine 45 Tage alte Gründungskolonie (Schwarm am 9. September) hatte einen Pilzgarten von 15 × 20 mm Größe, der flach scheibenförmig war. Sie enthielt außer der Königin noch zahlreiche Eier und viele mittelgroße Larven, welche in den Pilzgarten eingebettet waren. Die hier beobachteten Entwicklungszeiten sind größer als die von Huber ermittelten, was dadurch seine Erklärung finden dürfte, daß Huber seine Untersuchungen in wärmerem Klima anstellte als ich.

Wie sich die weitere Entwicklung nach dem Ausschlüpfen der ersten Arbeiter, insbesondere der weitere Ausbau des Nestes vom Koloniegründungskessel aus, vollzieht, entzieht sich unserer Kenntnis. Wir wissen nur, daß die ersten Arbeiter, welche der niedrigsten Größenklasse angehören sollen, ihrer Mutter alsbald sämtliche Arbeiten, wie die Pflege der Larven und die Behandlung des Pilzgartens, abnehmen und 7—10 Tage nach ihrem Ausschlüpfen einen Weg ins Freie bahnen. Sie beginnen dann Blattstücke einzutragen und in der bekannten Weise als Substrat für den nunmehr rasch heranwachsenden Pilzgarten, an dem inzwischen auch Ambrosiakörperchen aufgetreten sind, zu verwenden. Über den weiteren Ausbau des Nestes können nur langfristige Beobachtungen an markierten Nestern Aufschluß geben, die ich für sehr wichtig halte, aus Mangel an Zeit aber nicht durchführen konnte.

8. Verschiedenes.

In diesem Abschnitt sollen noch einige Beobachtungen und Versuche Platz finden, die sich auf verschiedene Gebiete der Lebenserscheinungen der Blattschneiderameisen, insbesondere auf Fragen der sozialen Organisation beziehen.

a) Verteidigung.

In den Staaten der Blattschneiderameisen spielt im Rahmen der sozialen Organisation die Verteidigung eine große Rolle. Angesichts der Tatsache, daß die Blattschneiderameisen Vegetarier, also an und für sich „friedliche“ Ameisen sind, daß sie aber in ihren Nestern lokal gebunden sind, sind Schutz und Verteidigung von besonderer Wichtigkeit, insbesondere

in einer Umwelt, in der der Kampf ums Dasein besonders erbitterte Formen aufweist. Nur infolge ihrer hochentwickelten Verteidigungsmöglichkeiten haben die großen *Atta*-Arten fast keine Feinde, und sind ihre Nester nahezu unangreifbar. Die Verteidigung des Nestes obliegt in erster Linie der Soldatenkaste, die in Kapitel 5 morphologisch genauer charakterisiert wurde. Nach allen bisherigen Beobachtungen beteiligen sich die Soldaten nicht oder nur in geringem Maße an anderen sozialen Arbeiten als der Verteidigung, auch scheinen sie sich ausschließlich im Nest aufzuhalten und somit eine besondere Verteidigungstruppe der Kolonie darzustellen. Bei einem Angriff auf das Nest treten sie zuerst in Aktion, so daß angenommen werden muß, daß die Nestöffnungen dauernd von ihnen bewacht werden, und daß sie sich normalerweise im wesentlichen in der Nähe der Nestoberfläche aufhalten. Allerdings treten bei länger dauerndem Angriff auch die kleineren Arbeiter, die sich im Nest befinden, in Tätigkeit und können durch ihre große Zahl und Hartnäckigkeit in ihrer Gesamtheit eine nicht minder gefährliche und wirksame Waffe darstellen wie die großen Soldaten. Um über die Art der Verteidigung bei einem Angriff genaueren Aufschluß zu erhalten, wurden verschiedene Versuche ausgeführt, von denen hier einer dargestellt sei.

In eine Nestöffnung im Zentrum der Nestoberfläche (Nest Nr. 9, 12. November, 11 Uhr) wurde eine biegsame Gerte etwa 20 cm tief eingeführt, mehrmals hin und her bewegt und wieder herausgezogen. Nach 10 Sek. erschien der erste Soldat, dem bald mehrere andere, im ganzen 5 nachfolgen. Sie suchen die Umgebung der Nestöffnung erregt mit weit geöffneten Mandibeln und erhobenem Vorderkörper ab. Einige entfernen sich bis zu 1 m weit, teilweise erklettern sie Halme und Zweige. Sehr bald nach dem Erscheinen der ersten Soldaten kommen auch kleine Arbeiter aus der gereizten Nestöffnung heraus, die sich jedoch höchstens 20 cm von ihr entfernen. Erfolgen keine weiteren Angriffe, so beruhigen sich die Verteidiger bald und verschwinden nach und nach wieder im Nestinnern. Auffallend ist dabei, daß sämtliche Soldaten wieder in dieselbe Nestöffnung hineingehen, aus der sie herauskamen; auch dies deutet auf eine straffe Organisation. Nach 10 Min. ist der letzte Soldat in seiner Nestöffnung verschwunden und nichts deutet mehr auf den stattgehabten Angriff.

Bei einem so erheblichen Eingriff in eine Kolonie wie es das Ausgraben eines Nestes bedeutet, werden dementsprechend die Soldaten bald aufgerieben. Als Stoßtruppe des *Atta*-Volkes kämpfen sie ja stets in vorderster Linie und werden daher auch zuerst vernichtet. Sie werden zertreten, getötet und mit dem anfallenden Erdabraum verschüttet, so daß man beim Ausgraben eines Nestes nach einigen Tagen feststellen kann, daß keine Soldaten, sondern nur noch kleine Arbeiter vorhanden sind, die — allerdings in großen Mengen — aus den angeschlagenen Kammern und Gängen herausströmen.

Die Soldaten beißen sich bei der Verteidigung des Nestes an allen beweglichen Gegenständen fest. Bei unseren Ausgrabungen hingen sie zu Tausenden an Schuhwerk und Kleidung und ließen sich nur mit Gewalt losreißen, wobei häufig der Kopf hängen blieb. Kleidungsstücke, wenn sie nicht aus sehr festen Stoffen bestehen, werden bei der Arbeit am Nest oft völlig zerschnitten und unbrauchbar. An der menschlichen Haut erfolgt der Schnitt meist sehr rasch und blutet häufig stark. Der Biß verursacht eine glattrandige, bei den großen Soldaten etwa 4 mm breite schwach gekrümmte Wunde, die oft einen momentanen heftigen Schmerz hervorruft, jedoch sehr rasch heilt. Speichelsekrete oder Gift aus Abdominaldrüsen wird nicht in die Wunde gespritzt. Beim Berühren oder Ergreifen lassen die Soldaten aus dem After einen klaren gelblichen Tropfen von Exkrementen hervortreten. Die frisch geschlüpften Soldaten bleiben in den Pilzgärten, bis die Ausfärbung und Erhärtung des Chitins beendet ist. Sie liegen solange mit angezogenen Beinen bewegungslos in den Poren der Pilzgärten, ähnlich den jungen Geschlechtstieren; nimmt man sie heraus, so laufen sie mit aufgesperrten Mandibeln davon, versuchen auch zu beißen, was ihnen jedoch mit den noch weichen Mandibeln nicht gelingt. Verschiedentlich hörte ich die Ansicht, die *Atta*-Königin würde nicht beißen. Dies trifft jedoch, wie zahlreiche Beobachtungen gezeigt haben, nicht zu, die Königin setzt sich vielmehr, wenn sie ergriffen wird, mit ihren Mandibeln energisch zur Wehr, doch gelingt es ihr im allgemeinen nicht, die menschliche Haut zu durchbeißen.

b) Verständigung.

Alle Beobachtungen deuten darauf hin, daß *A. sexdens* über ausgezeichnete Mittel gegenseitiger Verständigung verfügen muß. Das Zusammenleben in riesigen volkreichen Kolonien, die vorzügliche Zusammenarbeit bei der Pflege der Pilzgärten und bei den Beutezügen, vor allem aber der hervorragend und rasch funktionierende Alarm bei der Verteidigung des Nestes hat dies zur Voraussetzung. Ich bin überzeugt, daß hierbei, insbesondere bei der raschen Übertragung von Erregungszuständen die Fähigkeit zur Stridulation eine große Rolle spielt. Setzt man eine Anzahl *Atta*-Soldaten in ein Glas und beunruhigt sie durch Klopfen an die Glaswand oder Schütteln, so hört man, wenn man das Ohr in die Nähe bringt, ein deutliches feines Zirpen. Ebenso läßt die Königin, wenn man sie am Thorax ergreift, ein relativ gut vernehmbares Zirpen hören. Das Zirpen hört auf, wenn man das Abdomen festhält und dadurch in seiner Lage fixiert. Demnach dürfte, wie bei den anderen daraufhin untersuchten Myrmicinen, auch bei *A. sexdens* das Stridulationsorgan an der Grenze von Postpetiolus und Gaster liegen, mit der Schrillkante auf ersterem, der Schrillplatte auf letzterem. Wheeler (1903) hat hochentwickelte Stridulationsorgane bei allen Kasten von *A. texana* Buckl. gefunden, deren Lautstärke mit der Körpergröße abnimmt, so daß das Zirpen der kleinsten

Arbeiter für das unbewaffnete menschliche Ohr völlig unhörbar ist. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *A. sexdens*. Raignier (1933) hat kürzlich eine ausgezeichnete Übersicht über die Morphologie und Physiologie der Stridulationsorgane der Ameisen gegeben. Auf Grund sorgfältiger Untersuchungen kommt dieser Autor zu der Ansicht, daß das Zirpen vor allem zum raschen Alarm bei Gefahr dient, was ich auch für *A. sexdens* annehmen möchte.

c) Verhalten gegen Angehörige anderer Kolonien.

Trotz ihrer Wehrhaftigkeit sind die Blattschneiderameisen, wenn sie nicht angegriffen werden, durchaus friedliche Tiere. Dies kommt auch in dem Verhalten zu Angehörigen anderer Kolonien derselben Art, ja sogar anderer Arten zum Ausdruck. So sah ich oft große Ponerinen und *Camponotus*-Arten auf dem *Atta*-Nesthügel zwischen den dort tätigen Arbeiterinnen herumlaufen, ohne von diesen belästigt zu werden. Kleinere Ameisenarten scheinen normalerweise überhaupt keine Beachtung zu finden, ja ich sah wiederholt, daß fremde Ameisenkolonien (z. B. *Pogonomyrmex naegelii* For.) ihre Nester in den Nesthügeln der *Atta* errichtet hatten, und daß ihre Nesteingänge unmittelbar neben den Nestöffnungen jener mündeten.

Das Verhalten gegen Artgenossen aus anderen Kolonien wurde durch verschiedene Versuche geprüft. Zunächst wurden 20 Soldaten aus Nest 7 in ein großes Zylinderglas gesetzt und 5 Soldaten aus einer anderen Kolonie, welche in der bekannten Weise gelb markiert waren, dazu gesetzt. Es erfolgte selbst bei mehrtägigem Zusammensein keinerlei feindliche Handlung. Die Krieger begegneten sich durchaus, als ob sie derselben Kolonie entstammten. Bei einem zweiten Versuch wurden 5 Soldaten mit weißen Farbpunkten auf der Rückseite des Thorax markiert, so daß sie von oben leicht zu erkennen waren und in das aufgeregte Gewimmel einer im Schwarm stehenden, weit entfernten Kolonie gesetzt. Die Fremden wurden hier nur von den kleinen und kleinsten Arbeitern vorübergehend angegriffen, von den erregten Soldaten des fremden Nestes dagegen völlig indifferent behandelt. Einige der weißen Krieger verschwanden sogar in den Nestöffnungen und kamen längere Zeit nicht mehr zum Vorschein. Auch geflügelte junge Weibchen aus verschiedenen Kolonien vertragen sich ohne weiteres, wenn sie zusammengesetzt werden, ebenso werden sie von fremden Soldaten, ohne daß der Versuch eines Angriffs erfolgt wäre, geduldet.

Aus diesen Ergebnissen dürfte hervorgehen, daß der bei anderen Ameisenarten so verbreitete Haß gegen Artgenossen aus fremden Kolonien bei *A. sexdens* normalerweise nicht zu bestehen scheint.

d) Beziehungen zu anderen Tieren.

Die Beziehungen der Blattschneiderameisen zu anderen Tieren sind außerordentlich mannigfaltig. Man kann die Tiere, welche im Biotop von *A. sexdens* vorkommen und mit dieser Ameise in Beziehung treten, in

zwei Gruppen teilen, nämlich solche, die im Nest oder im Nestbereich leben und solche, die außerhalb des Nestes den Blattschneidern als Feinde gegenübertreten. Nur erstere zeigen engere Beziehungen, die sogar teilweise zu einer mehr oder weniger weitgehenden Abhängigkeit geführt haben. Über diese liegt ein umfangreiches Material an Objekten und Beobachtungen vor, welches, wie schon erwähnt, in einer besonderen Arbeit behandelt werden soll, so daß ich mich hier darauf beschränke, einiges über die Feinde von *A. sexdens*, die nicht im Nest leben, mitzuteilen.

A. sexdens hat, wie ich schon feststellte, im Hinblick auf den faunistischen Reichtum ihrer Biozönose überraschend wenig Feinde, was ich auf ihre Wehrhaftigkeit, den Schutz durch die starke Bedornung und die vorzügliche Organisation der Verteidigung zurückführen möchte. Trotz langer Beobachtungen habe ich nie gesehen, daß *Atta*-Schleppzüge von insektenfressenden Wirbeltieren oder Raubinsekten angegriffen wurden. Noch weniger gefährdet ist naturgemäß das Nest. Das einzige Tier, das in meinem Beobachtungsgebiet die *Atta*-Baue anzugreifen wagte, ist das Gürteltier (*Dasypus novemcinctus* L.), das dort noch relativ häufig auftritt. In dem Magen eines Gürteltieres, den ich auf seinen Inhalt untersuchen konnte, fanden sich zwar keine Blattschneiderameisen oder deren Entwicklungsstadien, sondern alle möglichen Insekten, Tausendfüßler und sogar ein Skorpion, sowie Larven und Puppen anderer Ameisen. Die tief in die *Atta*-Nester führenden Erdhöhlen der Gürteltiere fand ich jedoch sehr häufig, und wie mir Herr H. Thönelt mitteilte, treibt das Gürteltier seine Höhlen bis zu den Pilzkammern und frißt Teile des Pilzgartens samt seinem Inhalt an Ameisen und Brut. Ob der große Ameisenbär (*Myrmecophaga tridactyla* L.) als Feind der Blattschneiderameisen in Frage kommt, halte ich für durchaus möglich, obwohl ich keine Angaben in der Literatur darüber fand. Beide Tiere können aber wohl kaum ein altes Nest zerstören, resp. eine große Kolonie völlig aufreiben. Wohl aber dürften sie eine ernste Gefahr für die Erstlingsnester, die noch nicht bis zu größerer Tiefe vorgedrungen sind, bilden.

Als einzige Raubinsekten, welche *A. sexdens* in ihren Nestern mit Aussicht auf Erfolg anzugreifen vermögen, kommen die Treiberameisen (Gattung *Eciton*) in Betracht. Ich habe selbst gesehen, wie ein großes *Atta*-Nest (Nr. 10) von einem gewaltigen Wanderzug von *Eciton* (*Acamatus*) *pilosum* F. Sm. geplündert wurde. Wie ein glitzerndes Band ergoß sich der Zug dieser schwarzen Räuber in eine Nestöffnung hinein, um mit gleicher Geschwindigkeit und gleicher Stärke aus einer mehrere Meter entfernten Öffnung wieder herauszuströmen und unbeirrt seinen Weg fortzusetzen. Der *Eciton*-Zug dauerte länger als einen Tag. In der Tiefe des Nestes muß sich ein erbitterter Kampf abgespielt haben, doch wurde die *Atta*-Kolonie, wie die weitere Beobachtung zeigte, dadurch nicht aufgerieben. Auch sind solche Nestplünderungen sicher nicht häufig, denn dies war die einzige derartige Beobachtung, die ich während meines dortigen

Aufenthaltes machen konnte. Pater Borgmeier O. F. M. erzählte mir, daß er wiederholt solche Kämpfe beobachtet habe, nach denen die Nestoberfläche mehrere Zentimeter dick mit den Leichen der getöteten Kämpfer beider Parteien bedeckt war. Die Treiberameisen stellen sicher unter Umständen eine große Gefahr für die *Atta*-Kolonien dar, doch glaube ich trotzdem nicht, daß sie eine alte Kolonie ganz aufzureiben vermögen. Wohl aber dürften auch sie eine nicht zu unterschätzende Gefahr für die Jungnester bilden.

Im Gegensatz zu den Arbeitern in und außerhalb des Nestes sind jedoch die schwärmenden Geschlechtstiere, besonders die Weibchen mit ihrem dicken, fettgefüllten Hinterleib zahllosen Feinden, besonders insektenfressenden Vögeln ausgeliefert, die sie zu Tausenden in der Luft abfangen und sich an Schwarmbauten zu diesem Zweck scharenweise ansammeln. Hiervon wissen auch die älteren Autoren schon zu berichten. Nicht weniger gefährdet ist das sich eingrabende Weibchen nach dem Hochzeitsflug und die junge Kolonie nach dem Öffnen des Kessels durch die ersten Arbeiter. Zweifellos werden gerade zu diesen beiden kritischen Zeitpunkten zahlreiche Insektenfresser und vielleicht auch Raubinsekten, die vollständig aufzuzählen zur Zeit noch unmöglich ist, die *Atta*-Bestände dezimieren. Erst wenn die jungen Kolonien ihr Nest in die schützende Tiefe verlagert haben oder zum mächtigen unangreifbaren Staat erstarkt sind, gibt es für sie außer dem Menschen keinen ernsthaften Feind mehr.

9. Epidemiologie.

Die moderne Schädlingskunde ist bemüht, den Ursachen für das schädliche Auftreten der Schadinsekten, welches sich aus deren katastrophalem Auftreten ergibt, nachzugehen. Diesen Bestrebungen dient besonders die Bevölkerungslehre, ein Teilgebiet der Ökologie, das die Ursachen für den Wechsel in der Populationsdichte einer Art zu ergründen sucht und an deren Entwicklung die angewandte Entomologie besonders im letzten Jahrzehnt stark beteiligt ist. Die Bevölkerungslehre wird zur Epidemiologie, wenn der Schädling seuchenhaft auftritt und den Menschen, resp. die Objekte seiner Wirtschaft schädigt.

Es fragt sich zunächst, ob epidemiologische Betrachtungen bei *A. sexdens* überhaupt möglich und zulässig sind. Diese Frage ist zu bejahen. Zunächst ist kein Zweifel, daß nach der gegebenen Definition das Auftreten der Blattschneiderameise in vielen vom Menschen bewirtschafteten Regionen ihres Verbreitungsgebietes als Epidemie zu bezeichnen ist, ja, ich stehe nicht an, im Hinblick auf die Schwere und den Umfang der erzeugten Schädigungen entsprechend der epidemiologischen Terminologie von Kalamitäten dieses Schädlings zu sprechen. Da ein typischer Massenwechsel nicht stattfindet, sofern keine tiefgreifenden Veränderungen des Biotops solche zur Folge haben, sondern der Schädling sich zahlenmäßig auf einer

Höhe hält, die dauernde starke Schädigungen zur Folge haben, kann man von einer chronischen Epidemie sprechen, wie sie in unseren heimischen Wäldern etwa der große braune Rüsselkäfer, *Hylobius abietis* L., verursacht.

Schwierigkeiten für eine epidemiologische Betrachtung von *A. sexdens* ergeben sich jedoch aus dem Charakter dieses Schädlings als soziales Insekt. Die bisher epidemiologisch genauer untersuchten Schadinsekten waren ausnahmslos solitäre Arten, bei denen die Verhältnisse in vieler Hinsicht einfacher liegen. Die Schwierigkeiten schwinden jedoch, wenn man sich auf den organizistischen Standpunkt stellt, d. h. den Staat als Organismus betrachtet. Die *Atta*-Kolonie erscheint dann als hermaphroditer Organismus, dessen Eizahl der Zahl der ausschwärmenden Weibchen entspricht. Die Entwicklungsdauer ist die Zeit vom Schwarm bis zum Geschlechtsreifwerden der Kolonie, die Lebensdauer die mögliche Lebenszeit der Kolonie bis zu deren natürlichem Tode.

Zunächst seien einige Angaben über die ökologischen Konstanten von *A. sexdens* gemacht, von denen aus Mangel an der erforderlichen Apparatur nur zwei — allerdings sehr wichtige — untersucht werden konnten, nämlich der vitale Lebensbereich und die Aktvitätsgrenzen.[1]) Beide Konstanten sind für die Begrenzung des Verbreitungsgebietes und die Frage der evtl. weiteren Ausbreitung der in Frage stehenden Spezies mit entscheidend.

Zur Methodik sei hier noch folgendes erwähnt: Die Abkühlung resp. Erwärmung der Versuchstiere erfolgte sehr langsam und vorsichtig, um dem Temperaturausgleich des Organismus an die Außentemperatur nicht vorauszueilen. Das Auftreten der ungeordneten Bewegungen resp. der Verfall in Kälte- oder Wärmestarre zeigte in einer Population von Versuchstieren individuelle Unterschiede, die jedoch 3—4° nicht überschritten. Um die Temperatur zu ermitteln, bei der die Tiere in Kältestarre verfielen, wurde das Mittel aus den individuellen Unterschieden berechnet. Beim langsamen Erwärmen der in Kältestarre liegenden Ameisen erfolgte das Erwachen meist bei einer etwas höheren Temperatur als das Erstarren. Auch hierfür wurde der Mittelwert bestimmt und dann von den beiden gefundenen Mittelwerten abermals das Mittel errechnet und als endgültigen Punkt für den Eintritt der Kältestarre festgelegt. In gleicher Weise wurde bei der Ermittlung der anderen Konstanten verfahren.

Die ermittelten Werte sind in der graphischen Darstellung (Abb. 45) niedergelegt. Sie sind bei den einzelnen Kasten etwas verschieden, dergestalt, daß die Geschlechtstiere den größten vitalen Bereich aufweisen. Innerhalb der Arbeiterkaste ist der vitale Bereich bei den größeren Arbeitern (ς I $>$ 9,5 mm) gegenüber den kleineren (ς II $<$ 9,5 mm) etwas nach oben verschoben. Im Mittel liegt der vitale Bereich zwischen $+12^0$ und $+40^0$ C. Die Temperatur der Pilzkammern des Nestes liegt mit

[1]) Über die Methoden, die ich zur Bestimmung dieser Konstanten angewendet habe, gibt meine Arbeit „Zur Kenntnis der Eiparasiten der Forleule“ (Mitteilung aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft Bd. 5, S. 74, 1934) Auskunft, auf die zur Information verwiesen sei.

25° etwa in der Mitte zwischen diesen beiden Extremen und dürfte, da sie ja für den normalen Aufenthaltsort fast aller Kasten charakteristisch ist, dem vitalen Optimum entsprechen oder wenigstens nahekommen.

Die Versuche haben weiter gezeigt, daß alle Kasten von *A. sexdens* gegen Extremtemperaturen ihres vitalen Bereichs äußerst empfindlich sind. Dies ist für die obere Temperaturgrenze bekannt und aus unseren physiologischen Vorstellungen über den Wärmetod, welcher der Wärmestarre ganz allgemein sehr rasch folgt, verständlich. Nicht so bei der unteren Temperaturgrenze. Auch hier zeigte sich nämlich, daß selbst nach kurzer Kältestarre und ohne erhebliche Temperatursenkung unter deren untere Grenze starke Schädigungen auftraten. Bei Temperaturerhöhung wachte meist nur ein Teil der Versuchstiere wieder auf, und auch diese starben meist nach einiger Zeit, selbst wenn sie dann im Optimum verblieben. Diese Tatsache dürfte sich aus dem ausgesprochen tropischen Vorkommen von *A. sexdens* erklären. Insekten der gemäßigten Zone können bekanntlich in der Regel erhebliche Abkühlungen unter dem Punkt der Kältestarre vertragen, ohne dadurch geschädigt zu werden, entsprechend den klimatischen Verhältnissen ihres natürlichen Verbreitungsgebietes.

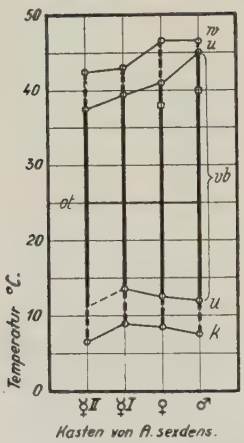


Abb. 45. Aktivitätsgrenzen der verschiedenen Kasten von *Atta sexdens*.
k = Beginn der Kältestarre. ot = Temperatur in den Pilzkammern (mutmaßliche optimale Temperatur). u = Beginn der Zone der ungeordneten Bewegungen. vb = vitaler Bereich. w = Beginn der Wärmestarre.

Bei langsamer Temperaturerhöhung zeigen alle Kasten von *A. sexdens* eine starke Aktivitätserhöhung (Stufe der Ruhelosigkeit), auf welche meist schlagartig der Zustand der ungeordneten Bewegungen folgt, welcher der Wärmestarre vorausgeht. In dieser Zone fallen die Tiere um; sie bewegen wohl noch die Extremitäten, doch können sie sich nicht mehr fortbewegen. Auffallend war, daß die Geschlechtstiere, Männchen wie Weibchen, nach einem vorübergehenden Zustand des Ungeordnetseins oder gar völliger Bewegungslosigkeit (auf Abb. 45 dargestellt durch ein kleines Quadrat) bei weiterer Temperaturerhöhung nochmals für kurze Zeit normal beweglich wurden, um dann erst endgültig ungeordnet zu werden und schließlich in Wärmestarre zu verfallen. Bei Temperatursenkung können die Tiere wieder vorübergehend aus der Wärmestarre erwachen, doch waren sie in allen Fällen so weit geschädigt, daß sie nach kurzer Zeit zugrunde gingen.

Die Populationsdichte von *A. sexdens* ist in den Schadgebieten dieses Schädlings sehr hoch. In meinem Beobachtungsgebiet waren die Nester so zahlreich, daß sich die Beutegebiete der einzelnen Kolonien berührten, vielleicht sogar überschnitten, so daß eine restlose Ausbeutung des

gesamten unter Kultur stehenden Geländes möglich war. Das Biotop schien mit dem Schädling völlig gesättigt zu sein. Diese Sättigung erfolgt, sobald die ökologischen Voraussetzungen gegeben sind und bleibt im wesentlichen erhalten, solange nicht diese ökologischen Grundlagen durch Änderungen im Biotop (etwa durch Aufgabe der Landwirtschaft und darauf folgende Regeneration des Waldes) grundlegend beeinflußt werden. Denn da die Zeugungskraft enorm, die Lebensdauer der Kolonien zum mindesten sehr groß und der Umweltwiderstand wenigstens für die alten, geschlechtsreifen Kolonien normalerweise verschwindend gering ist, ist ein eigentlicher Massenwechsel nicht vorhanden und eben dadurch wird *A. sexdens* zu einem chronischen Schädling, zu einer Dauerpest.

Nach den bisherigen Erfahrungen über die ökologischen Grundlagen des Vorkommens von *A. sexdens*, werden diese durch die Bodenkultur von seiten des Menschen nicht etwa verschlechtert, sondern im Gegenteil verbessert. Die Blattschneiderameise braucht tiefgründigen, schweren Boden, solchen also, wie er für die Landwirtschaft ebenfalls geeignet ist. Sie braucht offenes Gelände, aber doch mit genügendem Baumwuchs, der eine ausreichende Durchwurzelung des Bodens gewährleistet. Die Landwirtschaft schafft diese Bedingungen durch Rodung des Urwaldes und Anpflanzung von baum- und strauchartigen Kulturgewächsen. Die dauernde Erneuerung derselben sorgt für ständige Zufuhr junger Pflanzen, die von dem Schädling gerade besonders bevorzugt werden, was auch für die Verwendung künstlich veredelter resp. nicht bodenständiger Anbaugewächse gilt. *A. sexdens* ist somit ein ausgesprochener Kulturfolger, und die Weiterentwicklung der in Frage kommenden südamerikanischen Staaten als Agrarländer darf gerade diese Erkenntnis keinesfalls unterschätzen.

Die Populationsdichte einer Art wird bestimmt durch das Wechselspiel zweier Kräfte, der Zeugungskraft auf der einen Seite als förderndes und des Umweltwiderstandes als hemmendes Element. Überwiegt letzterer, so sinkt die Populationsdichte, überwiegt erstere, so steigt sie an. Im allgemeinen ist die Zeugungskraft der Größe des Umweltwiderstandes angepaßt, dergestalt, daß Organismen, deren Entwicklung ein großer Umweltwiderstand normalerweise entgegensteht (z. B. viele Parasiten), eine große Zeugungskraft besitzen, solche, bei denen der Umweltwiderstand gering ist oder künstlich herabgesetzt wird (etwa durch Brutpflege), mit einer unter Umständen sehr geringen Zeugungskraft auskommen, ohne dadurch in ihrem Fortbestand gefährdet zu sein.

Die Zeugungskraft von *A. sexdens* ist sehr groß. Zunächst ist jede Kolonie ein zwittriger Organismus, der somit auch als Weibchen fungiert, so daß bei Betrachtungen über die Bevölkerungsdichte die sonst wichtige Größe des Geschlechtsverhältnisses hier unberücksichtigt bleiben kann. Jede Kolonie kann also „Eier ablegen", d. h. weibliche Geschlechtstiere zur Gründung neuer Kolonien aussenden. Die Zahl derselben, die „Eizahl" in epidemiologischen Sinne ist sehr groß und beträgt nach der

in Kapitel 7 mitgeteilten Zählung 3697, also sagen wir rund dreieinhalbtausend für eine alte Kolonie. Das Entwicklungspotential erreicht damit trotz der relativ langen Entwicklungsdauer eine phantastische Höhe. Dazu kommt, daß junge Weibchen Jahr für Jahr von derselben Kolonie ausgeschickt werden, und damit kommen wir zur Frage der Lebensdauer einer Kolonie. Daß diese sehr groß ist, scheint mir außer Frage zu stehen. Wie groß sie ist, ist schwer zu ermitteln, bedarf jedoch noch weiterer Klärung. Ob eine potentielle Unsterblichkeit der *Atta*-Kolonien angenommen werden darf, scheint mir fraglich. Sie wäre nur möglich bei der Annahme, daß die alte Königin ersetzt werden kann etwa durch Adoption junger begatteter Königinnen, eine Frage, die bisher noch nicht geklärt ist. Aber auch ohne diese Möglichkeit könnte die Lebensdauer der Kolonien beträchtlich sein, denn wir wissen, daß Ameisenköniginnen sehr lange leben können (nach Wasmanns Beobachtungen an europäischen Arten bis 15 Jahre).

Der Widerstand der Umwelt müßte entsprechend der hohen „Eizahl" voraussichtlich ebenfalls sehr hoch sein. Dies trifft auch zu, allerdings mit der Einschränkung, daß er in hohem Maße von dem Alter bezw. Entwicklungsstadium der Kolonie abhängig ist. Die jüngsten Entwicklungsstadien sind, wie es auch sonst zutrifft, am meisten gefährdet; mit zunehmendem Alter nimmt der Umweltwiderstand ab und wird für alte geschlechtsreife Kolonien fast null. Demnach sind auch hier die jüngeren Stadien als die kritischen Stadien im epidemiologischen Sinn zu bewerten, d. h. als die Stadien mit der geringsten ökologischen Valenz. Dieser Satz bedarf noch einer genaueren Erklärung.

Wie ich schon mitgeteilt habe, und wie es auch den Erfahrungen zahlreicher früherer Autoren (Escherich 1926; v. Ihering 1898 u. a.) entspricht, sind gerade die schwärmenden und sich eingrabenden Weibchen zahlreichen Gefahren ausgesetzt, und zwar unterliegen sie einer starken Reduktion durch fast ausschließlich biotische Faktoren des Umweltwiderstandes. Sie fallen vor allem insektenfressenden Vögeln und Säugetieren zum Opfer, auch noch während des Eingrabens; habe ich doch zahlreiche begonnene Gründungsnester gesehen, die nicht vollendet waren. Die junge Königin fehlte oder lag mit abgebissenem Abdomen daneben. Ihre Leiche wurde meist noch von Raubameisen ausgehöhlt. Als erste kritische Periode ist somit das Schwärmen und Eingraben der Weibchen zu betrachten oder ins Epidemiologische übersetzt: Die Mortalität des Eistadiums ist sehr groß. Dieselbe zahlenmäßig zu erfassen, ist mit den bisherigen Unterlagen nicht möglich, doch dürfte sie schätzungsweise mindestens 50% betragen. Legt man die Angabe v. Iherings zugrunde, der einmal auf einer Plantage unter 30 jungen Königinnen nur eine fand, die nicht durch Vögel verstümmelt war, so kommt man zu noch viel höheren Werten, nämlich mehr als 90%. Nach Fertigstellung des Kessels ist das Weibchen zunächst gegen biotische Vernichtungsfaktoren relativ

sicher. Wohl aber können dann noch abiotische Faktoren wirksam werden, und zwar vor allem Niederschläge. Ich fand nach reichlichen Regengüssen einen großen Teil meiner markierten Koloniegründungsnester mit Wasser gefüllt, das offenbar durch die weniger feste Verschlußerde des verstopften Zugangskanals eingesickert war. Die Königin war in diesem Fall tot, und Pilzgarten wie Brut durch das Wasser zerstört. Auch hierdurch werden sicher viele entstehende Kolonien, zumal die Gründungzeit in die Regenzeit fällt, noch nachträglich vernichtet.

Eine zweite kritische Periode, in der wiederum vor allem biotische Faktoren wirksam werden, ist die Zeit der Erstlingsnester nach der Öffnung durch die ersten Arbeiter. Es ist durch Beobachtungen belegt, daß diese jungen Kolonien, die in letzter Zeit vor allem durch Escherich (1926) genauer beschrieben wurden, von Gürteltieren, Nasenbären und anderen vierfüßigen Insektenfressern in großer Zahl ausgegraben werden. Aber auch Raubinsekten können in dieser Zeit die Kolonien zerstören, ich denke dabei besonders an fremde Ameisenarten, in erster Linie wieder *Eciton*-Wanderzüge, vielleicht auch die Cuyabana (*Prenolepis fulva* Mayr.), deren Rolle als *Atta*-Feindin allerdings noch umstritten ist, und andere. Auch Regengüsse könnten zu dieser Zeit wieder in erhöhtem Maße wirksam werden und die Kolonien vernichten, und endlich wäre es denkbar, daß extreme Klimabedingungen, etwa sehr starke Durchwärmung des Bodens den Kulturpilz schädigen und dadurch die Kolonie ihrer Existenzgrundlage berauben würde. Alle diese Faktoren verlieren aber rasch an Bedeutung und Wirksamkeit, je älter und stärker die Kolonie wird. Die Verlagerung der Pilzgärten nebst Brut und Königin in größere Tiefe entzieht diese in zunehmendem Maße den drohenden Gefahren. Für alte Kolonien endlich ist der Umweltwiderstand auf ein Minimum herabgesunken. Selbst klimatische Faktoren können ihnen kaum mehr etwas anhaben, da sich die Ameisen ja in der schützenden Tiefe ihres Nestes durch geschickte Ausnützung der physikalischen Umweltbedingungen in ihren Kammern ein optimales Klima selbst zu schaffen und zu erhalten vermögen.

Der Vernichtungsquotient, der notwendig ist, um eine *Atta*-Population auf einer gegebenen Höhe zu erhalten, muß nach diesen Feststellungen groß, ja sogar überraschend groß sein. Nehmen wir zunächst den theoretischen Fall, die Kolonien seien potentiell unsterblich und als alte Kolonien gegen sämtliche Faktoren des Umweltwiderstandes gefeit, dieser also gleich null, dann müßte der normale Vernichtungsquotient 100% betragen. Da diese Voraussetzungen zwar nicht gegeben sind, die tatsächlichen Verhältnisse ihnen aber sehr nahe kommen, so kann der Vernichtungsquotient nur wenig unter 100% liegen, sicher aber beträgt er mehr als 99,9%. Nehmen wir an, wir haben eine Populationsdichte von 10 Altnestern je Hektar, deren Zahl sich durch die Neugründungen aus den Schwärmen eines Jahres verdoppeln sollte. Von 30 000 aus-

schwärmenden Weibchen (3000 je Kolonie gerechnet) könnten dann 29 990 vernichtet werden, das sind nicht weniger als 99,97 %. Dieser Fall einer Verdoppelung der Bevölkerungsdichte in einem Jahre dürfte jedoch in Wirklichkeit nur unter ganz besonders günstigen Verhältnissen zutreffen. Man ersieht daraus, daß Hekatomben junger Weibchen bezw. junger Kolonien zugrunde gehen dürfen, ohne daß die Schädlinge dadurch im geringsten dezimiert werden, und daß ein unglaublich geringes Herabsinken des Umweltwiderstandes bereits genügt, um ein fühlbares Anwachsen der Population zur Folge zu haben.

Aus dieser Erkenntnis lassen sich zwei praktisch sehr wichtige Schlüsse ziehen. Erstens ist meines Erachtens die Bekämpfung und Vernichtung der Jungnester nicht geeignet, die Populationsdichte zu ändern. Eine solche Maßnahme muß im Gegenteil, und wenn sie noch so sorgfältig durchgeführt wird, doch im Endeffekt ergebnislos bleiben. Daraus folgt wiederum, und das wird durch obige Betrachtungen erhärtet, daß sich eine wirklich fühlbare und aussichtsreiche Bekämpfung einzig und allein gegen die alten, allen Umweltwiderständen trotzenden Kolonien zu richten hat. Zweitens erklärt sich daraus die rasche Auffüllung eines geeigneten Biotops mit *Atta*-Kolonien bis zur Sättigung. Unter Sättigung ist hier die Populationsdichte gemeint, die auf die Dauer von einem bestimmtem Biotop getragen werden kann. Sie wird in der Regel erreicht sein, wenn sich die Beutegebiete der verschiedenen Kolonien gerade berühren. Das Jagdgebiet einer Kolonie kann um so kleiner sein, je größer die Menge geeigneter Nahrung ist, mit andern Worten, die Populationsdichte kann in diesem Fall groß sein und umgekehrt. Interessant ist in dieser Beziehung ein Vergleich mit unserer europäischen roten Waldameise (*Formica rufa* L.). Nach den ausgedehnten Ermittlungen meines Assistenten Wellenstein beträgt die durchschnittliche Größe des Jagdgebietes einer Kolonie dieser Ameise 0,5 ha. Bei einer Populationsdichte von 2 Nestern je Hektar wäre also hier die Sättigung erreicht. Dies ist so gut wie nirgends der Fall, abgesehen von den sogenannten Siedlungen, d. h. den durch Abspaltung von einem Mutternest gebildeten größeren Nestverbänden, die jedoch stets nur kleine Areale umfassen. In diesem Fall wäre es, da die rote Waldameise ein ausgesprochener Nützling ist, sehr erwünscht, eine Sättigung der Populationsdichte zu erreichen. Daß diese nicht oder nur in großen Ausnahmefällen erfolgen kann, findet seine Erklärung wieder in der Bevölkerungslehre, die zeigt, daß der Umweltwiderstand während der Entwicklungszeit der Kolonien (Koloniegründung auf dem Wege des temporären Sozialparasitismus) ganz enorm sein muß und von der Zeugungskraft vermutlich nur ausnahmsweise übertroffen wird.

Betrachten wir nun die Populationsdichte von *A. sexdens* genauer. Die Größe meines Beobachtungsgebietes in Mendes betrug, soweit es in Gestalt von offenem Gelände unter Auslassung von Wald und Sumpfgelände als Biotop für *A. sexdens* in Frage kam, rund 7,5 ha. Auf diesem

Flächenraum befanden sich 27 alte *Atta*-Nester (siehe Abb. 3), so daß die Populationsdichte je Hektar 3,6 betrug. Eine auffallende Häufung der Nester war im Norden des Beobachtungsgebietes zu erkennen, was darauf zurückzuführen ist, daß dort die Existenzbedingungen für die Ameisen günstiger waren, da hier reichlich bebautes Gelände in der Nähe der Häuser und buschwaldartige Waldkomplexe vorhanden waren. Dort war die Bevölkerungsdichte 8 je Hektar. Man erkennt daraus ohne weiteres, daß die Populationsdichte dem Fassungsvermögen des Biotops entspricht, wie es auch in der Regel der Fall sein dürfte.

Wenn man in Betracht zieht, daß in meinem Beobachtungsgebiet nur ein geringer Bruchteil des Geländes unter landwirtschaftlicher Kultur stand, und das offene Gelände nur zu einem geringen Teil bebaut, meist aber Ödland war, so ist es verständlich, daß die Populationsdichte viel höhere Werte erreichen kann. So sollen nach den Mitteilungen von Oliveira (bei Escherich 1926, S. 607, Fußnote) auf $^1/_3$ der Gesamtfläche des Staates Sao Paulo durchschnittlich 15 Nester je Hektar, in manchen Gegenden 50 und mehr vorhanden sein. Erfahrungsgemäß können aber schon zwei Nester je Hektar ausreichen, die Blattschneider zu einer fürchterlichen Plage zu machen.

Jedenfalls lehrt uns die Epidemiologie des Schädlings, daß von einer Hilfe der Natur nichts zu erwarten ist, daß vielmehr der Schädling sich dort einstellen und halten wird, wo ihm die Umwelt geeignete Existenzbedingungen, wie sie die Landwirtschaft künstlich herstellt, bietet. Wenn sich daher der Mensch von dem Schädling befreien will, bleibt ihm nichts übrig, als sich selbst als wirksamen Faktor des Umweltwiderstandes einzuschalten, d. h. Bekämpfungsmaßnahmen durchzuführen, die sich nach dem Gesagten einzig und allein gegen die alten Nester zu richten haben. Unter diesem Gesichtspunkt sucht die vorliegende Arbeit die biologischen Grundlagen für ein solches Vorgehen zu schaffen bezw. zu erweitern.

Schlußwort.

Die Biologie von *A. sexdens*, des größten Schädlings der Land- und Forstwirtschaft Brasiliens und seiner Nachbarstaaten, birgt noch zahlreiche Geheimnisse und eine Menge ungelöster wichtiger Probleme. Die Lebenserscheinungen eines Schädlings, seine Ökologie und Epidemiologie lassen sich nicht, zumal wenn es sich, wie hier, um einen hochorganisierten sozialen Organismus handelt, durch kurze Besuche eines Befallgebietes in ausreichendem Maße studieren. So wertvoll und grundlegend die bisherigen Forschungen waren, so lassen sie doch wichtige Fragen noch unbeantwortet, die nur durch planmäßige und langfristige Beobachtungen an Ort und Stelle zu lösen sind. Dies gilt nicht etwa nur für das hier in Frage stehende Problem, sondern ist eine allgemeine Erkenntnis der modernen angewandt-entomologischen Forschung. Langfristige und

planmäßige Beachtung und exakte experimentelle Forschung in einem geeigneten Befallsgebiet muß daher die Losung für die Weiterarbeit sein. Sie allein wird für den Erfolg ausschlaggebend sein und schließlich den kritischen Punkt in der Biologie des Schädlings aufzeigen können, an dem der Hebel zu einer rationellen Bekämpfung angesetzt werden muß. Denn es ist eine Binsenweisheit und braucht nicht besonders betont zu werden, daß, wie für alle Schädlinge, so ganz besonders auch hier die genaue Kenntnis der Biologie die Grundlage für die Erarbeitung geeigneter Bekämpfungsmethoden ist.

Wenn sich Brasilien als Agrarstaat weiter entwickeln und die in der Weite und Fruchtbarkeit seiner Landschaft gegebenen unerschöpflichen Möglichkeiten erschließen will, darf es das *Atta*-Problem keineswegs unterschätzen. Von seiner Lösung wird zu einem erheblichen Teil für viele Gebiete des Landes der Erfolg dieser Weiterentwicklung abhängig sein, denn nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit und nach allem, was wir bisher über den Schädling in Erfahrung gebracht haben, ist *A. sexdens* ein Kulturfolger, der durch die fortschreitende Bodenkultur nicht etwa vernichtet oder vertrieben wird, sondern gerade dadurch eine immer größere Bedeutung erlangen wird. Mit der gleichen Energie und Umsicht, mit der man seinerzeit die furchtbare Gefahr, die dem brasilianischen Kaffeebau durch den Kaffeebeerenkäfer (*Stephanoderes coffae* Hag.) drohte, erkannte und ihr erfolgreich entgegentrat, müßte auch hier von seiten der Behörden eingegriffen werden. Ein staatliches *Atta*-Institut in einem großen Befallsgebiet, ausgestattet mit den erforderlichen Hilfskräften und modernsten Hilfsmitteln, müßte das Problem in Angriff nehmen, mit dem Schwergewicht zunächst auf biologischer Forschung. Ich bin überzeugt, daß hier der gegebene Weg zum Erfolg liegt, denn das *Atta*-Problem ist zwar, das soll keineswegs verkannt oder verschwiegen werden, eines der schwierigsten angewandt entomologischen Probleme überhaupt, aber es ist nicht unlösbar.

Zusammenfassung.

Die wichtigsten Punkte der vorliegenden Arbeit seien im Folgenden nochmals kurz zusammengefaßt:

1. Das Leben von *A. sexdens* zeigt einen deutlichen Jahresrhythmus, der in der Zeit der Eiablage, der Entwicklung der Brut und der Geschlechtstiere und der Schwärmzeit zum Ausdruck kommt. Dies dürfte für alle Teile des Verbreitungsgebietes mit merkbarem jahreszeitlichem Klimawechsel zutreffen.
2. Die Eier zeigen einen ausgesprochenen Dimorphismus; die während der Koloniegründung abgelegten Eier sind erheblich größer als die in alten Kolonien erzeugten.
3. Der stark ausgeprägte Polymorphismus der Arbeiterkaste beschränkt sich nicht auf die Größe, sondern erfaßt eine Reihe wichtiger morpho-

logischer Merkmale. Durch statistische Untersuchungen der Körpergröße konnte festgestellt werden, daß die Arbeiterkaste in zwei deutlich getrennte Gruppen zerfällt, solche unter und solche über 9,5 mm Körperlänge, von denen die kleinere hauptsächlich im Innendienst, die große im Außendienst der Kolonie beschäftigt ist. Die Trennung ist so weitgehend, daß man fast schon von einem Dimorphismus sprechen kann.

4. Über den Nestbau wurden zahlreiche Beobachtungen gemacht, über deren Ergebnisse auf den Text verwiesen werden muß. Hier sei nur erwähnt, daß die Nester weit größere Dimensionen und Tiefen erreichen, als man im allgemeinen annimmt, daß sie tiefgründigen, schweren Boden verlangen und vorwiegend in offenem Gelände, meist in der Nähe von Baumwuchs angelegt werden, da infolge der Struktur der Pilzgärten eine tiefgehende Durchwurzelung des Bodens erforderlich ist. Die Lage und Verteilung der Nestöffnungen und Kanäle zeigt keinerlei Gesetzmäßigkeit, sondern scheint durch den Zufall bestimmt. Die Pilzkammern zeigen eine raffinierte Ausgestaltung im Hinblick auf die Ventilation und Entwässerung. Der früher beschriebene Zentralraum wurde in einem Nest aufgefunden, doch läßt der Fund keinen Schluß auf die Bedeutung dieses rätselhaften Hohlraumes zu. In alten Nestern findet sich ein mit zunehmendem Alter immer größer werdender verlassener Nestabschnitt, dessen Hohlräume als Abfallkammern zur Aufnahme des verbrauchten Pilzsubstrates dienen. Die Nester wachsen nach der Koloniegründung sehr schnell in große Tiefen, um sich erst später wieder nach oben bis unmittelbar unter die Erdoberfläche auszudehnen.
5. Ernährung. Zu den Erntegebieten werden oberflächlich verlaufende Schleppkanäle vom Nest aus vorgetrieben, die oft eine beträchtliche Länge erreichen und mit einer pilzkammerartigen Erweiterung enden. Die eingetragenen Blattstücke werden in den Pilzgärten zu winzig kleinen Stückchen zerschnitten, und diese direkt ohne weitere Bearbeitung zum Aufbau des Pilzgartens benutzt. Der nackte, auf Erdpfeilern ruhende Pilzgarten hat in der Regel ein Haltegerüst aus lebenden Wurzeln, die zu diesem Zweck von den Ameisen verschont werden und die Pilzkammern durchziehen. Die Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den Pilzkammern ist konstant und wird dauernd konstant erhalten. Sie beträgt $+25^{\circ}$ C resp. 56%. Die Arbeiter und Männchen von *A. sexdens* verhungern bei völligem Nahrungsentzug nach 6—11 Tagen. Das verbrauchte Pilzsubstrat wird niemals aus dem Nest herausgeworfen, sondern in den Abfallkammern des verlassenen Nestabschnittes abgelagert.
6. Fortpflanzung. Die Kolonien von *A. sexdens* sind monogyn; sämtliche Adoptionsversuche fielen negativ aus. Die alte Königinmutter der Kolonie hat keinen festen Sitz im Nest; sie fand sich im

Zentrum des Nestes in einem großen Pilzgarten mit Brut. Die mächtige Entwicklung der Ovarien befähigen die Königin zu einer fast unerschöpflichen Eiproduktion. Die jungen Geschlechtstiere halten sich vor dem Ausschwärmen in den Pilzkammern auf. Männchen wie Weibchen werden in derselben Kolonie erzeugt, in einer alten Kolonie betrug die Zahl sämtlicher junger Weibchen vor dem Schwarm 3697, die Zahl der Männchen schätzungsweise das Zehnfache. Die Schwärme erfolgen stets im Anschluß an Niederschläge, die ausschwärmenden Weibchen sind sämtlich unbegattet, der Schwarm also ein Hochzeitsflug.

7. Die Verteidigung der großen *Atta*-Nester zeugt von einer vorzüglichen Organisation und ist von größter Wirksamkeit. Sie wird unterstützt durch die Möglichkeit einer raschen Alarmierung, bei welcher die Fähigkeit sämtlicher Kasten zur Stridulation eine große Rolle spielen dürfte. Gegen Angehörige anderer Kolonien der eigenen Art, ja sogar fremder Arten, zeigt sich *A. sexdens* auffallend indifferent. Als Feinde großer *Atta*-Kolonien kommen unter natürlichen Verhältnissen einige insektenfressende Säugetiere, vor allem aber Treiberameisen in Frage, doch dürfte eine völlige Aufreibung einer großen Kolonie durch diese natürlichen Feinde nicht möglich sein.
8. Epidemiologie. Der vitale Bereich liegt im Mittel zwischen + 12 und + 40° C mit geringen Schwankungen zwischen den einzelnen Kasten. Gegen extreme Temperaturen des vitalen Bereichs sind sämtliche Kasten äußerst empfindlich. *A. sexdens* ist ein ausgesprochener Kulturfolger, dessen Populationsdichte in den ihm zusagenden Biotopen den Sättigungszustand sehr rasch erreicht. Infolge des sehr hohen Entwicklungspotentials kann *A. sexdens* einen enormen Umweltwiderstand vertragen, der bei Erhaltung der gegebenen Populationsdichte mehr als 99,9% beträgt. Die geringste Senkung führt bereits zu einer fühlbaren Erhöhung der Populationsdichte. In der Entwicklung der Kolonien treten zwei kritische Perioden auf: 1. Schwarm und Eingraben der jungen Königinnen, 2. die Zeit nach der Öffnung der Jungnester durch die ersten Arbeiter. Alte Kolonien sind für alle Faktoren des Umweltwiderstandes nahezu unangreifbar. Aus der Epidemiologie von *A. sexdens* ergibt sich, daß die Bekämpfung der Jungnester praktisch bedeutungslos ist, und daß sich die Bekämpfung allein gegen die alten Kolonien zu richten hat.

Literatur.

Adam, A., Bau und Mechanismus des *Receptaculum seminis* bei den Bienen, Wespen und Ameisen. Zool. Jahrb., Abt. Anatomie Bd. 35. 1913.

Arnoldi, K. W., Studien über die Variabilität der Ameisen. I. Die ökologische und die Familienvariabilität von *Cardiocondyla stambulowi*. Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 7. 1927.

Arribálzaga, E. L., Informe sobre la destrucción de la hormiga minera de Misiones y demás „atas“ ó especies dañinas á la agricultura de la República Argentina. Boletín Direccion General de la Defensa Agricóla. 1910.

Bates, H. W., The naturalist on the River Amazon (2. Aufl. 1892). London 1863.

Belt, Th., The naturalist in Nicaragua. London 1874.

Bequaert, J., Ants in their diverse relations to the plant world in: Wheeler, W. M., Ants of the American Museum Congo Expedition. Bull. American Mus. Nat. Hist. Bd. 45. 1921/22.

Borgmeier, Th., Catalogo systematico e synonymico das formigas do Brasil. Archivos do Museu Nacional. Teil I: Bd. 24, 1923, Teil II: Bd. 29, 1927.

Bruch, C., Contribucion al Estudio de las Hormigas de la Provincia de San Luis. Rev. Mus. La Plata Bd. 23. 1916.

— — Costumbres y nidos de hormigas. Anales Soc. Científica Argentina. I. Teil: Bd. 83, 1917, II. Teil: Bd. 84, 1917.

— — Estudios Mirmecologicos. Rev. Mus. La Plata Bd. 26. 1921.

— — Regimen de alimentacion de algunas hormigas cultivadores de hongos. Physis Bd. 5. 1922.

Buchner, P., Tier und Pflanze in Symbiose. (Pilzzüchtende Insekten S. 200) II. Aufl. Berlin 1930.

Eidmann, H., Das Mitteilungsvermögen der Ameisen. Die Naturwissenschaften Bd. 13. 1925.

— — Die Koloniegründung der einheimischen Ameisen. Zeitschr. f. vergl. Physiologie Bd. 3. 1926.

— — Die Sprache der Ameisen. Revue Zoologique Russe Bd. 7. 1927.

— — Ameisen und Blattläuse. Biol. Centralblatt Bd. 47. 1927.

— — Ziele und Aufgaben der Tiersoziologie. Biol. Centralbl. Bd. 48. 1928.

— — Zur Kenntnis der Biologie der Roßameise (*Camponotus herculeanus* L.). Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 14. 1928.

— — Die Koloniegründung von *Lasius flavus* F. nebst weiteren Untersuchungen über die Koloniegründung der Ameisen. Biolog. Centralblatt Bd. 51. 1931.

— — Beiträge zur Kenntnis der Biologie, insbesondere des Nestbaues der Blattschneiderameise *Atta sexdens* L. Zeitschr. f. Morph. u. Ökologie der Tiere Bd. 25. 1932.

— — Zur Kenntnis der Ameisenfauna von Südlabrador. Zoolog. Anzeiger Bd. 101. 1933.

Emery, C., Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen. Biolog. Centralblatt Bd. 14. 1894.

— — Études sur les Myrmicinae. VI. Les espèces *d'Atta* Fabr. Ann. Soc. Ent. Belgique Bd. 57. 1913.

— — Formicidae, Subf. Myrmicinae in Wytsman, Genera Insectorum Heft 174B. Brüssel 1922.

Escherich, K., Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. (I. Aufl. 1906.) II. Aufl. Braunschweig 1917.

— — Brasilianische Skizzen. 2. Die Blattschneiderameise und andere Forstschädlinge. Forstwiss. Centralblatt 1926.

— — Einige Notizen über die Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung der Blattschneiderameisen *(Atta)*. Zool. Anzeiger (Wasmann-Festband) Bd. 82. 1929.

Forel, A., Zur Fauna und Lebensweise der Ameisen im columbischen Urwald. Mittlg. d. Schweizerischen Entomolog. Ges. Bd. 9. 1896.

v. Frisch, K., Über die „Sprache“ der Bienen. Zool. Jahrb., Abt. Allg. Zool., Bd. 40, 1923.

Gallardo, A., De como se fundan los nuevos hormigueros de hormiga nera. Rev. Zool. Buenos Aires Bd. 3 1907.

— — Notes systématiques et éthologiques sur les fourmis Attines de la République Argentine. Anales Museo Nacional Hist. Nat. Buenos Aires Bd. 28. 1916.

Goeldi, E. A., Beobachtungen über die erste Anlage einer neuen Kolonie von *Atta cephalotes*. Comptes Rendues 6. Congr. Intern. Zool. Bern 1905.

Goetsch, W., Polymorphismus und Arbeitsteilung im Ameisenstaat. Münchner medizinische Wochenschrift. 1929.
— — Untersuchungen über die Zusammenarbeit im Ameisenstaat. Zeitschr. f. Morph. u. Ökologie der Tiere Bd. 28. 1934.
Herter, K., Untersuchungen über den Temperatursinn der Hausgrille (*Acheta domestica* L.) und der roten Waldameise (*Formica rufa* L.). Biol. Centralblatt Bd. 43. 1923.
Huber, I., Über die Koloniegründung bei *Atta sexdens* L. Biolog. Centralblatt Bd. 25. 1905.
— — The founding of colonies by *Atta sexdens* L. Ann. Rept. Smiths. Inst. for 1906. 1907.
— — A origem das colonias de Saúba (*Atta sexdens* L.) Bolletim Museu Goeldi Para Bd. 5. 1908.
v. Ihering, H., Die Anlage neuer Kolonien und Pilzgärten bei *Atta sexdens* L. Zool. Anz. Bd. 21. 1898.
Kiil, V., Untersuchungen über Arbeitsteilung bei Ameisen (*Formica rufa* L., *Camponotus herculeanus* L. und *C. ligniperda* Latr.). Biolog. Centralblatt Bd. 54. 1934.
Kolkwitz, R., Zur Ökologie der Pflanzenwelt Brasiliens. Ber. Dt. Bot. Ges. Bd. 51. 1933.
Mann, W. M., The ants of Brazil (The Stanford expedition to Brazil 1911, John C. Branner, Director). Bull. Mus. Comp. Zoology, Harvard College Bd. 60, Nr. 11. 1916.
McCook, H. C., On the architecture and habits of the cutting ant of Texas (*Atta fervens*). Proceedings Acad. Nat. Sc. Philadelphia. 1879.
Möller, A., Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen. Schimpers Botan. Mttlg. aus den Tropen Heft 6. Jena 1893.
Palenitschko, Z. G., Zur vergleichenden Variabilität der Arten und Kasten bei den Ameisen. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 9. 1927.
Raignier, A., Introduction critique à l'étude phonique et psychologique de la stridulation des fourmis. Brotéria, Ser. de Ciencias Naturais Bd. 2. 1933.
Rösch, G. A., Untersuchungen über die Arbeitsteilung im Bienenstaat.
1. Die Tätigkeiten im normalen Bienenstaat und ihre Beziehungen zum Alter der Arbeitsbienen. Ztschr. f. vergl. Physiol. Bd. 2. 1925.
2. Die Tätigkeiten der Arbeitsbiene unter experimentell veränderten Bedingungen. Ztschr. f. vergl. Physiol. Bd. 12. 1930.
Sampaio de Azevedo, A. G., Saúva ou Manhúaára. Monographia. São Paulo 1894.
Skwarra, E., Ökologische Studien über Ameisen und Ameisenpflanzen in Mexiko. Königsberg 1934.
Spegazzini, C., Descripcion de Hongos Mirmecofilos. Rev. Mus. La Plata Bd. 26. 1921.
Steiner, A., Temperaturuntersuchungen in Ameisennestern mit Erdkuppeln im Nest von *Formica exsecta* Nyl. und in Nestern unter Steinen. Ztschr. f. vergl. Physiologie Bd. 9. 1929.
— — Neuere Untersuchungen über die Arbeitsteilung bei Insektenstaaten. Erg. d. Biologie Bd. 10. 1934.
Weyrauch, W. K., Über unterscheidende Geschlechtsmerkmale. 2. Die Variabilität der Körperlänge bei den Camponotinen. Ztschr. f. Morph. u. Ökologie der Tiere Bd. 27. 1933.
Wheeler, W. M., Ethological observations on an American ant (*Lepthothorax emersoni* Wheeler). Arch. f. Psychol. u. Neurol. Bd. 2, S. 19., Fußnote. 1903.
— — The fungus-growing ants of North America. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. Bd. 23. 1907.
— — Ants, their structure, development and behaviour. (Neudruck 1926.) New York 1910.
— — The ant colony as an organism. Journal of Morphology Bd. 22. 1911.
— — Keys to the Genera and Subgenera of ants. Bull. Amer. Mus. Nat. History Bd. 45. 1921/22.
— — Social life among the Insects. New York 1923.
Wille, I., Die Blattschneiderameisen Südbrasiliens und Versuche zu ihrer Bekämpfung. Der Tropenpflanzer Bd. 32. 1929.

Empfindlichkeit der Blattschneiderameise, Atta sexdens L., gegen Giftgase.

Von

Hans Schmalfuß.

(Chemisches Staatsinstitut Hamburg, Universität.)

(Mit 3 Abbildungen.)

Die Blattschneiderameise verursacht der brasilischen Landwirtschaft großen Schaden. Die Ameise schneidet Blätter, vornehmlich von Nutzpflanzen, und trägt abgeschnittene Stücke davon in das umfangreiche Nest und züchtet auf dem Blattbrei einen Pilz für ihre Ernährung. Um zur Bekämpfung der Blattschneiderameise beizutragen, habe ich mich an einer Forschungsreise nach Brasilien beteiligt. Meine Teilaufgabe war es, die stofflichen Grundlagen für die erfolgreiche Bekämpfung des Schädlings zu schaffen. Die Zeit war für die gestellte Aufgabe reichlich kurz, zumal ich unter dürftigen Verhältnissen, fern den üblichen Hilfsquellen und Hilfsmitteln arbeiten mußte. [1])

Der Bekämpfung am Nest gingen Versuche unter künstlichen Bedingungen mit Giftgasen voraus, über die ich in der vorliegenden Arbeit berichte. Ich arbeitete auf dem Landsitz des Herrn Meinhard Jacoby[2]), S. Lucas bei Mendes, Estado do Rio, 100 km WNW

---

[1]) Ich bin mir bewußt, in manchem von den schulgerechten Verfahren abgewichen zu sein, doch waren für mich allein bekämpfungsdienliche Gesichtspunkte maßgebend.

[2]) Herrn M. Jacoby, dessen Gast ich war, danke ich auch an dieser Stelle herzlich für die freundliche Aufnahme auf seinem Landsitz S. Lucas und für seine aufopfernde Unterstützung. Weiter danke ich der Fahlberg-List A.-G., Magdeburg, welche die Forschungsreise durch reiche Zuschüsse ermöglichte. In tierkundlichen Fragen beriet mich in dankenswerterweise Herr Prof. H. Eidmann, Hann.-Münden. Vgl. hierzu auch H. Eidmanns Veröffentlichung der Jacobyschen Beobachtungen „Beiträge zur Kenntnis der Biologie, insbesondere des Nestbaus der Blattschneiderameise *Atta sexdens* L.". Ztschr. f. Morphologie u. Ökologie der Tiere **25**, 154—183 (1932); ferner M. Jacoby, „Über den Nestbau der Blattschneiderameise, *Atta sexdens* L. Erweiterungen und Berichtigungen meiner früheren Beobachtungen." Schädlingsanzeiger 1935, im Druck; H. Schmalfuß u. M. Jacoby, „Zur Bekämpfung der Blattschneiderameise, *Atta sexdens* L. Die Ausbreitung von Giftgasen im Nest." Anzeiger für Schädlingskunde 1935, im Druck. Herrn Professor E. Titschack vom Zoologischen Staatsinstitut und Zoologischen Museum, Hamburg, danke ich für die Durchsicht meiner Arbeit.

von Rio de Janeiro, 500 m über Meereshöhe vom 13. August 1933 bis Ende Oktober 1933.

Die Giftempfindlichkeit ist ein Ausdruck für die Wechselbeziehung zwischen Gift und Wesen in ihrer Umwelt. Die Giftempfindlichkeit wird stark beeinflußt durch:

1. die Art des Giftes und seine Menge in der Raumeinheit;
2. die Art des Wesens und seinen Zustand, wie Entwicklungsstufe, Gesundheit, Alter usw.;
3. die Umweltbedingungen.

Da das Gift im Augenblick des Einwirkens in die Umwelt des Wesens bei gegebenen Verhältnissen eingeht, kann die Giftempfindlichkeit jeweils zahlenmäßig festgelegt werden.

An ein Giftgas kann man vornehmlich folgende Forderungen stellen:

1. Es soll die Ameise nicht zur Flucht bewegen.
2. Es soll schnell den „ungeordneten Zustand“ [1]) herbeiführen.
3. Es soll schon in höchster Verdünnung schnell töten.
4. Es soll alle Kasten und Entwicklungsstufen der Ameisen vernichten.
5. Soweit das Gift nicht schon gasförmig ist, soll es möglichst flüchtig sein, damit schnell ein hoher Gasgehalt erreicht wird.
6. Das Gas soll ein starkes Durchdringungsvermögen haben.
7. Das Gas soll von feuchtem Boden möglichst wenig, von den Ameisen möglichst gut aufgenommen werden.
8. Das Gift soll einfach zu handhaben sein.
9. Es soll so gehandhabt werden können, daß es den Menschen nicht gefährdet.
10. Es soll pack- und versandfähig sein.
11. Sein Preis soll wirtschaftlich tragbar sein.
12. Seine Verwendung soll mit den Landesgesetzen im Einklang stehen.

Nur für einen Teil dieser Forderungen gebe ich Unterlagen. Die Versuche über die Giftempfindlichkeit der Ameisen mußten unter übersichtlichen, gleichmäßigen, wieder herstellbaren Bedingungen außerhalb des Nestes in geeigneten durchsichtigen Gefäßen ausgeführt werden. Soweit möglich oder nötig vermied ich die Fehlerquellen; [2]) [3])

---

[1]) Die Ameise liegt seitlich oder auf dem Rücken und kann durch Neigen des Gefäßes geschüttet werden, bewegt aber noch langsam oder zittrig die Glieder, ohne sich vom Fleck zu entfernen. Auf den Rücken gebracht, ist sie weder fähig, noch bestrebt, aufzustehen.

[2]) F. Flury und F. Zernik, Schädliche Gase, S. 92 ff. Berlin, Verl. Jul. Springer, 1931.

[3]) Z. B. Gasverluste beim Einbringen des Giftes oder der Tiere, örtlich zu hoher Anfangsgehalt an Gift, ungleichmäßige Gasverteilung, Gasverluste durch Angereichertwerden an Grenzflächen, durch Zersetztwerden und Undichtigkeiten, Verluste durch auftretende Atmungsfeuchtigkeit (s. Anm. 2).

oder ich gestaltete die Fehler in allen vergleichbaren Versuchen gleich groß. Wo ich es nötig fand, und es die Zeit erlaubte, wiederholte ich die Versuche. Die Anzahl der Versuchstiere wählte ich nach dem Zweck, soweit nicht Seltenheit und Größe, wie bei den Geschlechtstieren, zwangen, die Zahl zu beschränken. Nur die jeweils untersuchte Veränderliche verschob ich planmäßig. Daß die übrigen Veränderlichen gleich blieben, überwachte ich um so sorgfältiger, je größer der Einfluß der betreffenden Veränderlichen war.

Um ein Maß für die Giftwirkung zu erhalten, legte ich den Gehalt des wirksamen Giftes fest und maß die Zeit, bis die Wirkung einen gewissen Grad erreicht hatte. Dieser Grad mußte leicht erkennbar sein und sich vom voraufgehenden Zustand plötzlich und deutlich abheben. Ich wählte unter diesem Gesichtswinkel von folgenden in Frage kommenden Zeitspannen die zweite:

1. Vom Versuchsbeginn bis zum Beginn der Wirkung.
2. Vom Versuchsbeginn bis zum Augenblick, wo die Bewegungen ungeordnet[1]) werden.
3. Vom Versuchsbeginn bis zum Punkt völliger Ruhe.
4. Vom Versuchsbeginn bis zum Tod.

Nur der Augenblick des Ungeordnetwerdens ist in der Regel sicher feststellbar. Einige Gifte, bei denen die Ameisen nach dem Einschläfern vorübergehend wieder wach werden, haben für die Bekämpfung ohnehin keinen Wert. Die übrigen Zeitspannen sind ungeeignet: Die erste bis zum Beginn der Wirkung, weil diese meist allmählich und unmerklich einsetzte; die dritte bis zum Punkt völliger Ruhe, weil die Zuckungen gegen Ende allmählich unmerklich werden und nicht gesetzmäßig erfolgen, auch würde die Beobachtungszeit unverhältnismäßig lang; die vierte bis zum eintretenden Tod, weil der Augenblick des Todes, soweit man darunter die Unmöglichkeit des Wiedererwachens versteht, sich nicht auf einfache Weise feststellen läßt. Es würden also lange Reihenversuche nötig sein und mehrtägige Beobachtungenszeiten, die entbehrlich sind.

Zu beachten waren folgende Punkte:

1. Tag des Versuchs, 2. Uhrzeit des Versuchs, 3. Wetter, 4. Gefäßinhalt in Litern, 5. Lichtverhältnisse im Gefäß, 6. Feuchtigkeitsgrad im Gefäß, 7. Wärmegrad im Gefäß, 8. Gramm neue feuchte Erde im Gefäß, 9. Ameisenkaste, 10. Ameisenanzahl, 11. Schwarmlage (vor. in oder nach dem Schwärmen), 12. Art des Giftes, 13. Formart des Giftes, 14. Menge des Giftes, 15. Ort des Giftes, 16. Zeit, bis erste Ameise ungeordnet, 17. Zeit, bis letzte Ameise ungeordnet, 18. Besondere Beobachtungen, 19. Dauer des Versuchs, 20. Vergasungsgrad, 21. Nachwirkung des Giftes.

Einen Teil dieser Punkte regelte ich willkürlich, einen anderen Teil beobachtete ich als Folge der Regelung. Als Beispiel gebe ich einen Versuch:

[1]) Siehe Anmerkung 1 auf voriger Seite.

Die Ameisen werden durch Schwefelwasserstoff getötet.

Eine trockene, weithalsige Rollflasche von 1,22 l Inhalt, farblos und durchsichtig, ist mit einem Gummistopfen verschließbar, der in seiner Bohrung einen Wärmemesser trägt. Der Hals samt seiner unteren Schrägung ist hauchdünn mit Vaseline bestrichen, damit die Ameisen nicht heraussteigen können,[1]) und damit sich der Stopfen luftdicht einschmiegt. In die Flasche eingelassen wird ein Glasschälchen[2]) mit flachem Boden von 4 cm lichtem Durchmesser. Es steht auf einer kreisförmigen Scheibe aus jeweils geeignetem Werkstoff, hier Pappe. In die Scheibe sind an den Enden zweier senkrecht aufeinanderstehender Durchmesser vier haardünne Fäden befestigt und über dem Schälchen verknotet (s. Abb. 1).

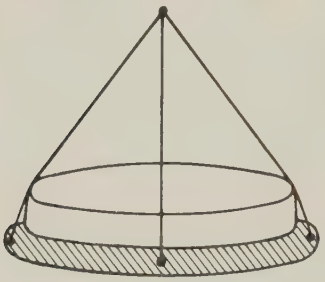


Abb. 1.

Am verlängerten Ende eines der Fadenstücke hängend, wird die Scheibe samt Schälchen in die Rollflasche bis zur gewünschten Tiefe eingesenkt, hier bis eben unterhalb des Halses. Dann wird das Fadenende mit dem Gummistopfen festgeklemmt und die Flasche auf Gasdichtigkeit unter heißem Wasser geprüft. Es darf keine Luft heraussprudeln. Scheibe und Schale hängen von der Glaswand entfernt und sind für die Ameisen nicht erreichbar, weil die Halsschrägung, mit Vaseline eingerieben, für die Tiere unübersteigbar ist. Die Flasche wird im nur lauwarmen Bad auf den gewünschten Wärmegrad gebracht, hier 25° C. In die Flasche werden 20 Krieger gesetzt, eine Anzahl, die sich noch gut beobachten läßt. Die frisch gesammelten Ameisen dürfen nicht gedrückt werden und müssen sich beruhigt haben, ehe der Versuch beginnt.

---

[1]) Auch die lebhaftere Ameise, *Camponotus rufipes* (Fabr.) Mayr. (bestimmt von H. Eidmann), konnte die eingeriebene Schrägung nicht überschreiten, wohl aber vermögen das die Pflegerinnen der Blattschneiderameisen. Auch ein etwa 1 cm großer Blattspringkäfer überkroch mühelos die Grenze. Während unsere Waldameise, *Formica rufa* L., auch senkrechte eingeriebene Flächen nicht überschreiten, tun das die Krieger der Blattschneiderameise.

[2]) Werden flüssige Gifte verwendet, so verdunsten sie zu langsam, wenn die Schale nicht gerade steht.

Versuch a): Auf die Waagschalen einer Waage wird je ein Glasschälchen gestellt, das eine waagerecht, das andere schräg. Die beiden Waagschalen werden ins Gleichgewicht gebracht. Dann wird in beide Glasschälchen die gleiche Menge Chloroform gefüllt. Der Boden des waagerechten Schälchens ist knapp und gleichmäßig bedeckt. Dagegen ist im schräg stehenden Schälchen die Flüssigkeit auf eine kleine Fläche zusammengezogen. Bald sinkt die schräg stehende Schale, weil aus ihr weniger verdunstet als aus der waagerecht stehenden. Ist aus dem waagerecht stehenden alles verdunstet, so steigt das schräg stehende Schälchen, in dem Maße, wie aus ihm die Chloroform verdunstet, bis das schräg stehende Schälchen schließlich leer, dem gerade stehenden die Waage hält.

Versuch b): Bedeckt man aber den Boden des schräg stehenden Schälchens mit einer Scheibe eines unbedruckten brasilischen Zeitungspapieres, gleicht die Gewichte aus und füllt in beide Schalen die gleiche Menge Chloroform, so bleiben die Schalen dauernd im Gleichgewicht, obwohl die eine schräg steht. Das Papier wirkt wie ein Docht. Aus einem deutschen Zeitungspapier verdunstete Chloroform schneller; aus dünnem Fließpapier noch schneller. (Nach einem Versuch meiner Mitarbeiterin G. Bußmann.)

In das Schälchen wird hier schnell 0,1 g vorgeprüftes Aluminiumsulfid eingewogen. Das beschickte Schälchen wird auf die gewünschte Tiefe in die Rollflasche gesenkt. Dann wird 1 ccm Wasser in einem Guß so auf das Pulver gebracht, daß es ganz durchfeuchtet wird. Der Stopfen wird unverzüglich eingesetzt, noch ehe sich Gas entwickelt. Gleichzeitig wird die Stoppuhr angestellt. Der Himmel sei bewölkt, das Gefäß stehe im Schatten.

Die Krieger werden durch den Schwefelwasserstoff nicht erregt, sie halten die Zangen geschlossen. Nach 35 Sek. sinkt die erste Ameise ungeordnet zusammen. Nach 55 Sek. sind die meisten ungeordnet, nach 1 Min. 15 Sek. alle. Sehr bald sind sie bewegungslos. Nach insgesamt 6 Min. werden die Ameisen herausgenommen, an der Luft 10 Min. entdüftet und beschattet in einem geräumigen Gefäß verwahrt, das einen feuchten Wattebausch enthält. In der Zwischenzeit wird geprüft, ob sich der Inhalt des Schälchens vollständig umgesetzt hatte. Das war der Fall. Es war aber nicht alles Vergasbare vergast, weil Schwefelwasserstoffwasser zurückblieb. Die Gaseinwirkung hatte am 19. September 1933 um 15 Uhr 44 Min. begonnen.

Die Ameisen sollen täglich, unter Erschüttern des Verwahrgefäßes, daraufhin beobachtet werden, ob sie sich noch bewegen. Aber innerhalb von 7 Tagen waren sie nicht erwacht. Dann pflegen die Leichen zu verschimmeln.

Die 20 lebenden Vergleichsameisen, die genau so, doch ohne Gift, behandelt und verwahrt wurden, waren nach wenigstens 4 Tagen in der Mehrzahl noch munter.

Streubreite und Fehlerbreite der Versuche: Streubreite nenne ich die Zeitspanne zwischen dem Ungeordnetsein der ersten und der letzten Ameise der gleichen Kaste im selben Versuch. Fehlerbreite nenne ich die Zeitspanne zwischen dem Ungeordnetsein der jeweils letzten[1]) Ameise der gleichen Kaste in mehreren gleichartigen Versuchen. Einen Einblick in die Streubreite und in die Fehlerbreite gibt die Tabelle 1.

Die Abweichungen entstehen nicht etwa durch Beobachtungsfehler. Denn die Beobachtungen selbst sind meist auf 1 Sek. genau. Vermutlich entstehen die Abweichungen vorwiegend durch Unterschiede in der Lebenskraft, bedingt z. B. durch Alter, Krankheit, insbesondere Schmarotzer; ferner durch Unterschiede im Selbstschutz.[2])

Die Veränderlichen und ihr Einfluß:

In Frage kommen:

1. Wellenbewegungen:
   a) Röntgenstrahlen,
   b) Ultraviolettes Licht,
   c) Sonnenlicht,
   d) Wärme,
   e) Elektrizität,
   f) Schall.

[1]) Einzelne Ameisen sind fast immer vorgeschwächt, z. B. durch Anstechen durch schmarotzende Fliegen (Phoriden). Auch kommt es für die Bekämpfung darauf an, alle Ameisen zu vernichten. Das ist bei der Auswertung der Flaschenversuche zu berücksichtigen.

[2]) W. Cimbal und H. Schmalfuß, Besserung des Körperhaushalts beim Hochzuchtmenschen. Münch. med. Wo. **78**, 821—826, 879—882 (1931).

Tabelle 1[1]).

Art des Giftes	Menge des Giftes[2])	Ameisenkaste (jeweils 20 Ameisen)	Zeit, bis erste Ameise ungeordnet				Zeit, bis letzte Ameise ungeordnet				Streubreite[3])				Fehlerbreite: Zwischen 1. und 2. Versuch	
			1. Versuch		2. Versuch		1. Versuch		2. Versuch		1. Versuch		2. Versuch			
			Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.
Blausäure aus:	1 g[2]) $Ca(CN)_2$	Pfleger		40		10	1	20	1	27		40	1	17		07
„	„	Schlepper	1	13		37	2	35	2	10	1	22	1	33		25
„	„	Krieger		40	—	—	1	15	—	—		35	—	—	—	—
„	„	Männchen	1	40	2	30	3	35	4	20	1	55	1	50		45
„	„	unbefruchtete Weibchen	3	25	—	—	4	10	—	—		45	—	—	—	—
Schwefelwasserstoff aus:	0,1 g[2]) Al_2S_3 + 1 ccm H_2O	Pfleger		40		40	1	10	3	50		30	3	10	2	40
„	„	Schlepper		37	1	00	1	12	1	25		35		25		13
„	„	Krieger		35	—	—	1	15	—	—		40	—	—	—	—
„	„	Männchen		40	1	10	2	00	2	30	1	20	1	20		30
„	„	unbefruchtete Weibchen	1	35	1	27	2	40	3	26	1	05	1	59		46
Stickstoffdioxyd aus:	0,1 g[2]) $NaNO_2$ + 1 ccm HCl	Pfleger		10		8		54		19		44		11		35
„	„	Schlepper		12		8		32		43		20		35		11
„	„	Krieger		17	—	—	1	18	—	—	1	01	—	—	—	—
„	„	Männchen		45	—	—	2	20	—	—	1	35	—	—	—	—
„	„	unbefruchtete Weibchen		30		30	2	50	1	40	2	20	1	10	1	10

[1]) 1,22 l-Gefäß; Giftspender befindet sich oben; 25°; Schatten; bewölkt; Flasche ursprünglich trocken; nur beim $Ca(CN)_2$ am Ende des Versuchs nicht alles, aber fast alles Vergasbare vergast.

[2]) Für die Bekämpfung ist diese Form des Vergleichs geeigneter als der Vergleich äquimolekularer Mengen.

[3]) Bei langsam einschläfernden Giften kommen größere Streubreiten vor, was folgender Versuch zeigt: 1,0 ccm tertiär-Butylchlorid unter den gleichen Versuchsbedingungen wie in Tafel 1 läßt den ersten von 20 Kriegern ungeordnet werden nach 6 Min. 30 Sek. (2. Versuch 7 Min. 00 Sek.)
Der letzte Krieger wird ungeordnet in 12 Min. 20 Sek. (2. Versuch: 10 Min. 55 Sek.)
Die Streubreiten betragen: 1. Versuch: 5 Min. 50 Sek.
2. Versuch: 3 Min. 55 Sek.
Die Fehlerbreite beträgt . . . . . 1 Min. 25 Sek.

2. Feuchtigkeitsgrad im Gefäß.
3. Gramm neue feuchte Erde im Gefäß.
4. Ameisenkaste.
5. Ameisenanzahl.
6. Schwarmlage.
7. Ort des Giftes.
8. Art des Giftes.
9. Gehalt an Gift.

Ununtersucht blieben noch 1. a), b), e), f); 3.[1]); 6.

Zu 1. c). Sonnenlicht im Vergleich zu Schatten hat keinen Einfluß:

Von 20 Kriegern, bei 25° C im 1,22 l-Gefäß, mit 1,0 ccm Azetylchlorid in trockner Flasche behandelt, war der erste Krieger in der Sonne nach 3 Min. 00 Sek. ungeordnet; der letzte nach 4 Min. 20 Sek. Die entsprechenden Schattenzahlen waren 3 Min. 30 Sek. und 5 Min. 07 Sek. Hier liegen die Abweichungen innerhalb der Fehlerbreite.

Zu 1. d). Wärme fördert die Giftwirkung:

Entsprechend dem vorigen Versuche prüfte ich im Schatten verschiedene Wärmegrade.

Tabelle 2.

Wärmegrad	1. Krieger ungeordnet	Letzter Krieger ungeordnet
19°	6 Min. 15 Sek.	10 Min. 08 Sek.
25°	2 „ 00 „	3 „ 10 „
35°	„ 33	59 „

Zu 2. A. Feuchtigkeit kann bei feuchtigkeitsempfindlichen Giften stören:

Selbst bei sorgfältig getrockneten Gefäßen hat man immer mit der Atemfeuchtigkeit der Ameisen zu rechnen (siehe auch später beim Schwefelchlorür). Entsprechend dem vorigen Versuche prüfte ich den

Tabelle 3.

Wärmegrad	Feuchtigkeitsgrad	1. Krieger ungeordnet		Letzter Krieger ungeordnet	
		Min.	Sek.	Min.	Sek.
25	Flasche trocken	2	00	3	10
25	Flasche feucht ausgespült . .	4	25	10	13
35	Flasche trocken		33		59
35	Flasche feucht ausgespült . .		52	4	05

[1]) Wieviel Gas die Erde verschluckt, läßt sich am Beispiel des umsetzungsfähigen Schwefelwasserstoffs messen.

Einfluß der Feuchtigkeit bei 25 °C und 35 °C auf das feuchtigkeitsempfindliche Azetylchlorid; es wird durch Wasser gespalten in die wesentlich ungiftigeren Stoffe Essigsäure und Salzsäuregas.

Zu 2. B. Feuchtigkeit hatte bei feuchtigkeitsunempfindlichen Giften keinen Einfluß:

Den Versuch führte ich wie den vorigen aus, doch mit dem wasserunempfindlichen tertiären Butylchlorid.

Tabelle 4.

Wärmegrad	Feuchtigkeitsgrad	1. Krieger ungeordnet		Letzter Krieger ungeordnet	
		Min.	Sek.	Min.	Sek.
25	Flasche trocken	6	30	12	20
25	Flasche feucht ausgespült . .	5	05	10	45

Die Abweichungen liegen innerhalb der Fehlerbreite.

Zu 4. Die Empfindlichkeit der Kasten nimmt im allgemeinen mit zunehmender Größe ab:

Diesen Schluß kann man schon aus der Tabelle 1 ziehen, wenn man berücksichtigt, daß die untersuchten Kasten nach zunehmender Größe geordnet sind:

A. Pfleger: kleinste Arbeiter.
B. (Arbeiter im engeren Sinne bis) Schlepper: mittelgroße [1]) Arbeiter.
C. Krieger: große Arbeiter.
D. Männchen.
E. Weibchen (unbefruchtet).

Immerhin ließe sich gegen die Tabelle 1 einwenden, daß die Ameisen nicht gleichzeitig untersucht wurden. Will man die verschiedenen Kasten gleichzeitig untersuchen, so muß man sich auf einige Ameisen beschränken. Sonst kann man nicht mehr sicher beobachten. Auch würden die kleinen Ameisen von erregten großen Ameisen gedrückt werden (siehe Tab. 5).

Zu 5. Ameisenanzahl:

Ich wählte die Anzahl so hoch wie möglich, ohne daß die Beobachtung oder das Befinden der Ameisen darunter litt. Für die meisten Versuche nahm ich je 20 lebhafte Krieger.

Zu 7. Dämpfe verteilen sich nur langsam:

Ob sich ein Gift oben oder unten im Versuchsgefäß befindet, hat großen Einfluß:

[1]) Ich suchte stets Tiere mittlerer Größe aus.

Tabelle 5. Trocknes 1,22 l-Gefäß; Gift befindet sich oben. 25° Schatten; Regen; Versuch nach 30 Minuten abgebrochen.

Art des Giftes, Mengen:	90% Ameisensäure 1,0 ccm	Acetylchlorid 0,1 ccm	Acetylchorid 1,0 ccm	Acetylchlorid 1,0 ccm	Stickstoffdioxyd aus $NaNO_2 + HCl$ 0,1 g + 1,0 ccm	Stickstoffdioxyd aus $NaNO_2$ + Ameisensäure 0,1 g + 1,0 ccm	Blausäure aus $Ca(CN)_2$ 1,0 g	Schwefelwasserstoff aus $Al_2S_3 + H_2O$ 0,1 g + 1,0 ccm
Pfleger ungeordnet nach	4 Min. 40 Sek.	55 Sek	15 Sek.	35 Sek.	20 Sek.	30 Sek.	1 Min. 20 Sek.	1 Min. 05 Sek.
Schlepper ungeordnet nach	18 Min. 10 Sek	2 Min. 45 Sek.	7 Sek.	35 Sek.	28 Sek.	45 Sek.	1 Min. 20 Sek.	1 Min. 50 Sek.
Krieger, unausgefärbt, ungeordnet nach . . .	18 Min 10 Sek.	4 Min 57 Sek	42 Sek.	50 Sek.	4 Min. 20 Sek.	50 Sek.	2 Min. 12 Sek.	2 Min 10 Sek.
Krieger, ausgefärbt, ungeordnet nach . . .	8 Min. 55 Sek	2 Min. 55 Sek.	1 Min 17 Sek.	35 Sek	1 Min. 07 Sek.	55 Sek	2 Min. 15 Sek.	1 Min. 35 Sek.
Männchen ungeordnet nach	18 Min. 45 Sek.	3 Min. 00 Sek.	32 Sek.	1 Min. 00 Sek.	1 Min. 45 Sek.	17 Min. 00 Sek.	2 Min. 12 Sek.	3 Min 35 Sek.
Weibchen unbefruchtet, ungeordnet nach . .	—	24 Min. 30 Sek.	—	2 Min. 40 Sek.	35 Sek.	1 Min. 15 Sek.	3 Min. 20 Sek.	2 Min. 30 Sek.
Beobachtungen . . .	erregt außer Männchen und Schleppern	alle erregt	stärkste Erregung	starke Erregung	geringe Erregung	starke Erregung	keine Erregung	keine Erregung
Nach 30 Minuten alles Vergasbare vergast .	nein	nahezu	nein	nein	ja	ja	nein	ja
Nachwirkung bis zum 4. Tag	bewegungslos außer Männchen	alle bewegungslos	—	alle bewegungslos	alle bewegungslos, außer Weibchen	bewegungslos außer Männchen (dieses ungeordnet) und Weibchen (dieses geordnet)	alle bewegungslos	alle bewegungslos

Versuch: Im trocknen 1,22 l-Gefäß befanden sich 20 Krieger im Schatten, bei 25° vergaste ich jeweils 0,1 ccm iso-Butylchlorid.

Tabelle 6.

	Gift oben	Gift unten
Zeit, bis erste Ameise ungeordnet	8 Min. 10 Sek.	4 Min. 00 Sek.
Zeit, bis letzte Ameise ungeordnet	15 „ 30 „	8 „ 55 „

Die Versuche zeigen, wie langsam sich die Gase selbst im kleinen Versuchsraum gleichmäßig verteilen, wenn nicht künstlich durchmischt wird.

Die Abweichungen liegen außerhalb der Fehlerbreite.

Zu 9. und 10. Art und Menge des Giftes:

Versuchsbedingungen: Ich verwandte eine trockne 1,22 l-Flasche im Schatten bei 25°. In der Flasche waren 20 Krieger.[1]) Das Gift befand sich oben. Mit den vergasenden Flüssigkeiten (oder gasabgebenden Pulvern) führte ich meist 2 Versuche aus: einen mit 0,1 ccm (oder 0,1 g) und einen mit 1,0 ccm (oder 1,0 g). Der Versuch mit 0,1 ccm bezweckt, möglichst die ganze abgewogene Giftmenge im Gasraum zu

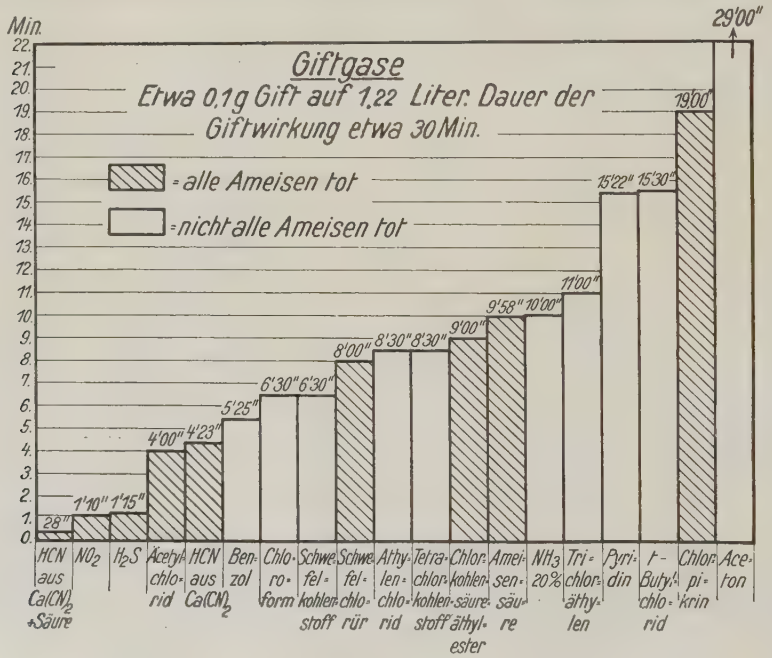


Abb. 2.

verteilen. Der Versuch mit 1,0 ccm bezweckt, den Raum mit Gas zu sättigen, soweit die Verdunstungsgeschwindigkeit hier ausreicht. Dieser Versuch macht zugleich etwa vorhandene geringe Undichtigkeiten un-

[1]) Siehe Anmerkung 1 auf S. 437.

wirksam. Beide Versuche lassen gemeinsam erkennen, in welchem Sinne die Giftwirkung vom Giftgehalt abhängt. Die Beobachtungsdauer betrug 4 Tage. Die Einzelheiten der Versuche sind in den

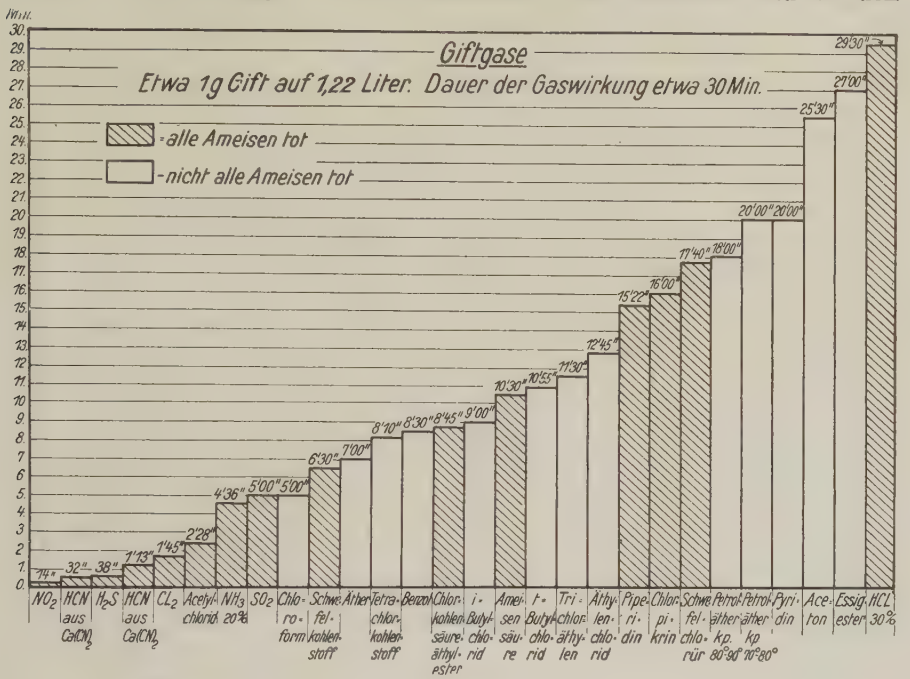


Abb. 3.

folgenden Tabellen 7 und 8 zusammengestellt. Die Abb. 2 und 3 zeigen die Ergebnisse. Sie geben nur ein annäherndes, aber für die Bekämpfung ausreichendes Bild der Giftwirkungen. Nur annähernd ist die Darstellung aus folgenden Gründen: Fehlerbreite und Streubreite bedingen schon einen Fehler, der größer ist, als der durch Nichtberücksichtigen der Raumgewichte bei flüssigen Stoffen, sowie des Fehlers, daß manche Versuche aus äußeren Gründen nicht genau nach 30 Min. abgebrochen werden konnten. Zum Vergleich wurden jeweils unter denselben Bedingungen Ameisen 30 Minuten ohne Gift gehalten. Diese Ameisen dienten nachher jeweils für den folgenden Vergiftungsversuch.

Wie auch sonst bekannt, so wirken hier anscheinend manche Gifte bei höheren Gehalten langsamer als bei niedrigen; die Tabelle 9 zeigt das.

Man kann vermuten, daß die Ameisen von einem bestimmten Gehalt an gereizt werden, dem Gift entgegenzuwirken; etwa durch Vermindern der Atmung. Am Beispiel des Benzols prüfte ich diese Annahme nochmals. Hierbei trocknete ich die 1,22 l-Flasche vor dem Versuche mit besonderer Sorgfalt und achtete darauf, daß der Wärmegrad während des ganzen Versuches 25 ° ($\pm$ 0,1 °) blieb (siehe Tab. 10).

Tabelle 7. Organische Giftgase.

Lfde. Nr.	Stoff	Mengen: feste Stoffe = g, flüssige Stoffe = ccm	Zeit bis ungeordnet: 1. Ameise Min.	1. Ameise Sek.	letzte Ameise Min.	letzte Ameise Sek.	Dauer der Gaswirkung Min.	Am Ende des Versuchs alles Vergasbare vergast	Gesundheitszustand bis zum 4. Tag
1	Azeton	0,1	3	30	29	00	30	ja	alle überleben
2	Azeton	1,0	12	00	25	30	30	nein	viele überl.
3	Azetylchlorid	0,1		30	4	00	30	ja	tot
4	Azetylchlorid	1,0		55	2	28	30	nein	(tot)[1])
5	90 % Ameisensäure	0,1	5	45	9	55	30	nein	tot
6	90 % Ameisensäure	1,0	7	00	10	30	30	nein	tot
7	Äther	0,1	alle geordnet				36	ja	alle überleben
8	Äther	1,0	7	00	7	00	21	ja	alle überleben
9	Äthylenchlorid	0,1	6	45	8	30	30	ja	viele überl.
10	Äthylenchlorid	1,0	5	20	12	45	30	nein	alle überleben
11	Benzol	0,1	4	45	5	25	30	ja	alle überleben
12	Benzol	1,0	4	35	8	30	30	nein	viele überl.
13	i-Butylchlorid	0,1	8	10	15	30	30	ja	(alle überl.)[1])
14	i-Butylchlorid	1,0	5	20	9	00	30	nein	(alle überl.)[1])
15	t-Butylchlorid	0,1	unklar		nicht erreicht		30	ja, schon nach 2 Min.	(alle überl.)[1])
16	t-Butylchlorid	1,0	6	30	12	20	30	nahezu ja	eine überlebt
16a	t-Butylchlorid	1,0	7	00	10	55	30	nahezu ja	—
17	Chloroform	0,1	3	20	6	30	33	ja	alle überleben
18	Chloroform	1,0	2	20	5	00	32	nein	alle überleben
19	Chlorkohlensäureäthylester	0,1	4	00	9	00	30	nahezu ja	tot
20	Chlorkohlensäureäthylester	1,0	4	15	8	45	30	nein	tot
21	Chlorpikrin	0,1	8	50	19	00	30	ja	tot
22	Chlorpikrin	1,0	unklar		16	00	30	nein	tot
23	Diazetyl	0,1	6	30	nicht erreicht		36	ja	einige überl.
24	Diazetyl	1,0	12	30	nicht erreicht		30	nein	viele überl.
25	Eisessig	0,1	5	10	nicht erreicht		30	nahezu ja	viele überl.
26	Eisessig	1,0	unklar		36	00	36	nein	alle überleben
27	Essigester	0,1	13	45	nicht erreicht		30	ja	alle überleben
28	Essigester	1,0	15	30	27	00	30	nein	eine überlebt
29	Formaldehyd	0,1	nicht erreicht				34	nein	alle überleben
30	Formaldehyd	1,0	33	00	57	00 ungenau	57	nein	tot
31	Petroläther Kp. 60—70°	0,1	11	30	nicht erreicht		30	ja	alle überleben
32	Petroläther Kp. 60—70°	1,0	8	35	20	00	30	nein	alle überleben
33	Petroläther Kp. 80—90°	0,1	9	50	18	00	30	nein	—
34	Petroläther bis Kp. 150°	1,0	14	05	nicht erreicht		32	nein	alle überleben
35	Piperidin	1,0	9	00	30	00	30	nahezu ja	viele überl.
36	Piperidin	1,0	7	35	15	22	30	nein	tot
37	Pyridin	0,1	7	45	15	15	30	nahezu ja	alle überleben
38	Pyridin	1,0	7	00	12	00	30	nein	alle überleben
39	Schwefelkohlenstoff	0,1	2—3 M.		6	30	30	ja	einige überl.
40	Schwefelkohlenstoff	1,0	5	00	6	30	37	nein	tot
41	Tetrachlorkohlenstoff	0,1	6	00	8	30	30	ja	viele überl.
42	Tetrachlorkohlenstoff	1,0	5	35	8	10	30	nein	viele überl.
43	Trichloräthylen	0,1	8	40	11	00	34	ja	viele überl.
44	Trichloräthylen	1,0	7	15	11	30	30	nein	alle überleben

[1]) Erschlossen.

Tabelle 8.

Anorganische Gifte.

Laufende Nr.	Stoff	Mengen: feste Stoffe = g, flüssige Stoffe = ccm	Zeit, bis ungeordnet: 1. Ameise Min.	1. Ameise Sek.	letzte Ameise Min.	letzte Ameise Sek.	Dauer der Gaswirkung Min.	Am Ende der Gaswirkung alles Vergasbare vergast	Gesundheitszustand bis zum 4. Tag
1	20 % wäßriges Ammoniak	0,1 ccm	3	50	10	00	30	nein	etwa 9 überleben
2	„ „ „	1,0 ccm	1	50	4	35	30	nein	tot
3	Blausäure aus $Ca(CN)_2$	0,1 g	1	20	4	23	6	nein	alle überleben
4	„ „ „	1,0 g		40	1	15	30	nein	tot
5	Blausäure aus $Ca(CN)_2$ + konz. HCl	0,1 g + 1,0 ccm		13		28	30	nein	(tot)[1]
6	„ „ „ „ „ „	1,0 g + 2,0 ccm	unklar			32	1	nein	(tot)[1]
7	Chlor aus Chlorkalk + 38 % HCl .	0,1 g + 1,0 ccm	1	20	nicht erreicht		30	nein	alle überleben
8	„ „ „ + 50 % H_2SO_4	1,0 g + 4 ccm		30	1	45	30	nein	tot
9	Salzsäure rauchend	0,1 ccm	29	00	nicht erreicht		30	nein	alle überleben
10	„ „	1,0 ccm	8	30	28	30	30	nein	tot
11	Schwefelchlorür	0,1 ccm	5	25	8	00	30	nein	tot
12	„	1,0 ccm	4	55	17	40	30	nein	(tot)[1]
13	Schwefeldioxyd aus $KHSO_3$ + 38 % HCl	0,1 g + 0,5 ccm	7	45	15—30		30	nein	tot
14	„ „ „ „	1,0 g + 1,0 ccm	3	00	5	00	12	nein	(tot)[1]
15	Schwefelwasserstoff aus $Al_2S_3 + H_2O$	0,1 g + 1,0 ccm		35	1	15	6	nein	tot
16	„ „ „ „	1,0 g + 3,0 ccm	unklar			38	1	nein	(tot)[1]
17	Stickstoffdioxyd aus $NaNO_2$ + 38 % HCl	0,1 g + 0,5 ccm		20	1	10	6	nein	2 überleben
18	„ „ „ „	1,0 g + 1,5 ccm		14		14	2	nein	tot

[1]) Erschlossen.

Tabelle 9.

	Schwefelchlorür		Äthylenchlorid		Benzol	
	0,1 ccm	1,0 ccm	0,1 ccm	1,0 ccm	0,1 ccm	1,0 ccm
Zeit, bis letzte Ameise ungeordnet	8 Min. 0 Sek.	17 Min. 40 Sek.	8 Min. 30 Sek.	12 Min. 45 Sek.	5 Min. 25 Sek.	8 Min. 30 Sek.
Wirkungsunterschied zwischen den beiden Gehalten . . .	9 Min. 35 Sek.		4 Min. 15 Sek.		3 Min. 0 Sek.	

Leider fehlte mir die Zeit, die Fehlerbreite unter den gewählten Umständen für Benzol zu bestimmen und die Versuche noch öfter zu wiederholen. So bleibt das Ergebnis etwas unsicher.

Tabelle 10.

Benzol.

	0,1 ccm	0,5 ccm	1,0 ccm
Zeit, bis der letzte von 20 Kriegern ungeordnet	8 Min. 24 Sek.	10 Min. 52 Sek.	11 Min. 00 Sek.

Aus den Tabellen 7—10 folgt: Eine Reihe von Giften betäubte nur, aber tötete nicht. Weitere Gifte wirkten zu langsam. Als wirtschaftlich tragbare und zugleich wirksame Gifte verbleiben von den geprüften vor allem 3: Blausäure, Schwefelwasserstoff und Stickstoffdioxyd. Die Richtung, in der nach weiteren wirksamen Giften gesucht werden könnte, ist gegeben: Aussicht bieten vielleicht noch einfach gebaute Verbindungen der Art wie: Arsenwasserstoff, Phosgen, Phosphorwasserstoff usw., nicht aber verwickelte Kohlenstoffverbindungen.

Zusammenfassung.

1. Die Giftwirkung verschiedener Stoffe (im Gaszustand) auf die Blattschneiderameise, *Atta sexdens* L., wurde im Flaschenversuch geprüft. Als gut zu beobachtender Punkt wurde das „Ungeordnetsein" der Ameisen zugrundegelegt. „Ungeordnetsein" bedeutet: Die Ameise liegt seitlich oder auf dem Rücken und kann durch Neigen des Gefäßes geschüttet werden, bewegt aber noch langsam oder zittrig die Glieder, ohne sich vom Fleck zu entfernen. Auf den Rücken gebracht, ist sie weder fähig, noch bestrebt, aufzustehen.

2. Sonnenlicht im Vergleich zum Schatten beeinflußt nicht die Giftwirkung.

3. Zwischen 18 ° C und 35 ° C, dem erlaubten Wärmegebiet, nahm die Giftwirkung mit steigendem Wärmegrad stark zu.

4. Feuchtigkeit ändert nicht die Giftempfindlichkeit der Krieger, kann aber den Wirkungsgrad feuchtigkeitsempfindlicher Giftgase mindern.

5. Bei den verschiedenen Ameisenkasten nimmt die Empfindlichkeit gegenüber Giftgasen im allgemeinen ab mit zunehmender Größe. Untersucht wurden Pfleger: kleinste Arbeiter, (Arbeiter im engeren Sinne bis) Schlepper: mittelgroße Arbeiter, Krieger: große Arbeiter, Männchen, Weibchen (unbefruchtet).

6. Befindet sich das Gift unten im Versuchsgefäß nahe den Ameisen, so ist es wirksamer, als wenn es sich oben befindet.

7. Der Wirkungsgrad der untersuchten organischen und anorganischen Giftgase war sehr verschieden. Am wirksamsten waren die anorganischen Giftgase: Blausäure, Schwefelwasserstoff und Stickstoffdioxyd. Diese Stoffe ließen nach längstens 5 Min. die Ameisen „ungeordnet" sein. Nach Einwirkung von 30 Min. waren die Ameisen sicher tot. Auch die Einwirkungsart ist verschieden: Einige Gifte erregten stark, z. B. Azetylchlorid; andere nicht, z. B. Äthylenchlorid.

Wenn auch die Gifte, welche die Ameisen am schnellsten „ungeordnet" machen, gleichzeitig am schnellsten und sichersten töten, so sind diese beiden Wirkungen doch nicht gekuppelt; denn einerseits töten auch einige langsam „ungeordnet"-machende Gifte, z. B. Chlorpikrin, andererseits betäuben einige schneller „ungeordnet"-machende Gifte nur, ohne zu töten, z. B. Chloroform.

Zur Frage nach dem Temperaturoptimum des Lebens.

V. Über die Beziehung der Entwicklungsgeschwindigkeit zum vitalen Optimum bei Insekten.

Von

I. W. Kozhantschikow, Leningrad.

Inhalt.

Seite

1. Fragestellung und Methodik 452
2. Das experimentelle Material 454
3. Zusammenfassung 461

Literatur 462

* * *

I. Fragestellung und Methodik.

Im Problem des vitalen Temperaturoptimums der Insekten ist die Frage über die Beziehung der Entwicklungsgeschwindigkeit zur Vitalität des Organismus noch nicht ganz geklärt. Die Beobachtungen verschiedener Autoren über die Beziehung dieser Elemente bei den einzelnen Entwicklungsphasen der Insekten haben ergeben, daß ihre thermische Bedingungen fast immer große Unterschiede zeigen (Sanderson 1908, Zwölfer 1930—1934 usw.).

Das Vorhandensein eines Intervalls zwischen diesen thermischen Zonen kann ökologisch eine Rolle spielen. Die Geschwindigkeit der Vermehrung einer Insektenart kann außer der Annäherung der ökologischen Faktoren zum Optimum auch von diesem Intervall abhängen; je kürzer also dieser Intervall ist, desto schneller und plötzlicher kann die Vermehrung einer Insektenart sein.

Bei der Untersuchung der Einwirkung der Temperatur auf die Entwicklung von *Prodenia littoralis* hat Janisch (1930) gefunden, daß bei dieser Insektenart die kürzeste Periode des Individualzyklus in jener Temperaturzone sich befindet, wo die schwächste Mortalität während der Entwicklung stattfindet. Auf Grund dieser Beobachtung und noch anderer Experimente (1930—1934) kam Janisch zum Schluß, daß das vitale Optimum einer Insektenart durch die schwächste Mortalität während der Entwicklung und die kürzest mögliche Periode des ganzen Individualzyklus charakterisiert ist; auf Grund dieser Theorie ist also kein Intervall zwischen dieser beiden Temperaturzonen vorhanden. In

diesem Falle steht die Massenvermehrung einer Insektenart mit ihrer Entwicklungsgeschwindigkeit beim Optimum in Verbindung. Nach dieser Theorie wird die Massenvermehrung also nur durch die Abweichung der ökologischen Faktoren vom Optimum reguliert.

Theoretisch betrachtet stößt diese Ansicht von J a n i s c h auf viele Schwierigkeiten. Es ist wohlbekannt, daß viele Insektenarten in verschiedenen Entwicklungsphasen an verschiedene Biotopen adaptiert sind (Leben in der Bodenschicht, in Pflanzengeweben, im Wasser usw.). Diese Adaption hat sogar in vielen Fällen bedeutende morphologische Änderungen in der Organisation der larvalen Phasen der Insekten hervorgerufen; es ist wahrscheinlich, daß in solchen Fällen die thermischen Optima verschiedener Entwicklungsphasen verschieden sein müssen. In solchen Fällen wird der Verlauf des ganzen Individualzyklus bei ein und derselben Temperatur prinzipiell nicht zu einem Zusammentreffen der schwächsten Mortalität und der größten Entwicklungsgeschwindigkeit führen. Bei solchen Arten muß die Entwicklung beim Optimum in jeder Phase bei einer adäquaten Temperatur verlaufen.

Andererseits haben unsere früheren Untersuchungen (1933/34) über den Verlauf einzelner physiologischer Prozesse und über Energieverbrauch während der Metamorphose der Insekten ergeben, daß größte Geschwindigkeit der physiologischen Prozesse zur Ermüdung und Erhöhung des Energierverbauches während der Entwicklung führt; die Vitalität des Organismus muß also unter solchen Bedingungen vermindert sein; eine hohe Vitalität des Organismus während der höchsten Rhythmen der physiologischen Prozesse muß eine besondere Eigenschaft (möglicherweise eine Adaptation) einer solchen Art darstellen.

Die Erklärung dieser Frage kann freilich nur experimentell erzielt werden; die vorliegende Arbeit stellt den Versuch einer solchen Untersuchung dar.

Die Untersuchung betrifft zwei Arten: *Loxostege sticticalis* L. und *Agrotis segetum* Schiff.; die Erforschung der Einwirkung der Temperatur auf die Entwicklung wurde im Polythermostat durchgeführt; zur Regulierung der Temperatur diente der Kontaktthermometer. Die Temperaturkonstanz betrug $\pm 0{,}2^{\circ}$ C.

Die Entwicklung dieser Arten wurde individuell in Probiergläsern durchgeführt; die Entwicklungsgeschwindigkeit und die Mortalität wurden sorgfältig täglich registriert. Es wurden drei Serien untersucht:

1. Einwirkung der Temperatur (konstanter Temperatur) vom Ei bis zum Tod des Imago.

2. Einwirkung der Temperatur nur während der Raupenperiode; das Ei, so auch wie die Puppe und das Imago wurden unter gleichen und zwar optimalen thermischen Bedingungen untersucht.

3. Einwirkung der Temperatur nur während des Puppenstadiums; die anderen Phasen wie in 2.

Die Feuchtigkeit der Luft während der Experimente war etwa 90 bis 100 % r. F.; als Futter diente für *Agrotis*raupen Blätter von *Aegc-*

podium padagraria L.; für *Loxostege* die Blätter von *Chenopodium album* L.

2. Das experimentelle Material.

Die Untersuchung der Einwirkung der Temperatur in Serie 1, also bei der Einwirkung von ein und derselben Temperatur während des ganzen Individualzyklus ergab bei der Untersuchung von *Loxostege* ein ähnliches Bild wie es in den Experimenten von Janisch (1930) mit *Prodenia littoralis* der Fall zu sein scheint. Ich gebe die Resultate in der Tabelle 1 an.

Tabelle 1.

t °C	Zahl der Versuchsobjekte	Entwicklungsdauer (in Tagen)	Mortalität in %
15,0	49	142,1	97,6
20,0	77	59,1 (35—73)	95,3
25,0	54	33,6 (23,5—44,5)	66,7
30,0	85	27,2 (21—39)	53,0
32,0	49	29,5 (24—35)	85,5
34,0	26	32,2 (26—49)	97,5

Die kürzeste Periode des ganzen Individualzyklus wurde bei einer Temperatur von etwa 30 ° gefunden, also in jener Temperaturzone, wo die schwächste Mortalität während der Entwicklung der präimaginalen Phasen beobachtet worden ist.

Die Analyse dieser Kurve wird durch weitere Experimente gegeben; diese Untersuchung der Temperatureinwirkung während der einzelnen Phasen ergab ziemlich verschiedenes Material, welches in der Tabelle 2 zusammengestellt ist.

Tabelle 2.

Ei				Raupe				Praepupa		Puppe			
t °C	n.	Entwicklungsdauer	Mortalität %	t °C	n.	Entwicklungsdauer	Mortalität %	Entwicklungsdauer	Mortalität %	t °C	n.	Entwicklungsdauer	Mortalität %
15,0	85	10	65	15,3	66	28,9	56,0	—	100	11,0	30	—	100,0
18,0	124	6	50	20,8	94	15,0	45,0	11,0	71	15,4	33	43,1 (?)	33,3
22,0	42	4	38	22,8	56	13,1	—	—	—	20,2	40	16,3	21,6
26,0	80	2,5	0	26,9	70	9,0	44,3	5,0	34	25,1	25	10,0	12,0
30,0	164	2	0	28,9	50	8,5	42,0	2,7	30	28,1	29	8,7	6,9
32,2	81	2	49	30,9	94	7,6	30,6	3,4	31	33,3	31	7,5	16,1
34,0	151	—	50	32,7	50	6,2	12,0	3,0	25	38,4	30	—	100,0
36,0	160	—	81	36,2	60	7,0	—	—	—	—	—	—	—
38,0	363	—	91	36,6	139	8,0	64,9	3,6	60	—	—	—	—

Aus diesem Material folgt, daß nur die Entwicklung des Raupenstadiums durch das Zusammentreffen an ein und derselben Temperatur der kürzesten Entwicklungsperiode und der schwächsten Mortalität charakterisiert ist. Das Ei und die Puppe wiesen ein, und fast das gleiche Temperaturintervall zwischen diesen beiden Temperaturzonen auf; die schwächste Mortalität wurde bei etwa 28 ° C beobachtet und die größte Entwicklungsgeschwindigkeit bei etwa 32—33 ° C. Schon aus dieser Tatsache geht hervor, daß das Resultat der ersten Versuchsserie durch die Besonderheit des Raupenstadiums verursacht ist.

Die weitere Analyse gibt die Untersuchung der Mortalität der einzelnen Raupenstadien bei verschiedenen Temperaturbedingungen; dieses Material ist in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3.

t °C	Mortalität in Stadien (in %)					Entwicklungsdauer in Stadien (in Tagen)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
40,0	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38,1	61	100	—	—	—	—	—	—	—	—
36,4	29	12	16	22	12	2,0	1,2	1,8	1,8	2,2
32,7	12	0	0	0	0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
30,9	11	2	2	3	3	1,2	1,5	1,6	1,3	2,6
28,9	8	3	2	6	7	2,6	1,4	1,3	1,7	1,5
26,9	6	4	3	8	10	3,2	2,2	2,1	2,0	1,3
23,3	6	6	3	8	12	2,3	1,8	1,1	2,3	2,4
20,8	13	6	8	10	17	2,3	2,1	2,2	3,4	3,5
15,3	12	12	20	15	100	6,3	4,1	4,4	5,2	6,9
13,7	23	29	46	69	—	6,1	5,3	7,8	8,1	3,5
10,8	31	80	100	—	—	15,0	10,0	11,0	—	—

Dieses Material zeigt, daß, obgleich für die ganze Entwicklungsperiode der Raupe die schwächste Mortalität und die größte Entwicklungsgeschwindigkeit bei der Temperatur von 32,7 beobachtet wurde, das erste Raupenstadium einen Unterschied zwischen den Temperaturen der geringsten Mortalität und der kürzesten Entwicklungsdauer zeigt; die schwächste Mortalität wurde in diesem Falle bei der Temperatur von etwa 25,0 ° C beobachtet.

Das ganze angeführte Material gibt uns den Grund, die erste Kurve als das Resultat einer Mischung verschiedener Elemente, und zwar der Eigenschaften einzelner Entwicklungsphasen zu betrachten; das Zusammentreffen der beiden untersuchten Momente ist also in diesem Falle durch die larvalen Perioden verursacht.

Das Zusammenstellen der Optima der verschiedenen Entwicklungsphasen von *Loxostege* gibt die folgende Kurve der Änderung des Temperaturoptimums während der Ontogenese von *Loxostege* (siehe Tab. 4).

Tabelle 4.

Entwicklungsphase	Schwächste Mortalität t °C	Grenztemperaturen vom Optimum	
		obere t °C	untere t °C
Ei	28,0	30,0	26,0
Raupe: 1. Stadium	25,0	26,9	23,3
2. „	32,7	36,0	20,0
3. „	32,7	36,0	20,0
4. „	32,7	36,0	23,0
5. „	32,7	33,0	25,0
Praepupa	32,7	33,0	25,0
Puppe	28,1	32,0	24,0
Imagines (das Reifen der Geschlechtsprodukte)	24,5	29,8	22,0

Diese Tabelle zeigt, daß das vitale Optimum bei *Loxostege* nur dann erreicht wird, wenn die Temperatur während jeder Phase oder jedem Stadium adäquat geändert wird. Das vitale Optimum für den ganzen Individualzyklus dieser Art kann bei keiner konstanten Temperatur für alle Entwicklungsphasen gefunden werden. In dieser Hinsicht sind auch die Untersuchungen der Sexualaktivität bei verschiedenen Serien von Interesse; das Material ist für die Serie 1 und 2 zusammengestellt und in der Tabelle 5 angegeben. Die thermischen Bedingungen waren während der Entwicklung der ersten Serie in allen Entwicklungsphasen konstant; die Objekte der zweiten Serie waren in der Raupenperiode bei verschiedenen Temperaturen gezüchtet.

Tabelle 5.

Serie 1		Serie 2	
t °C	Zahl der Eier (abgelegt)	t °C	Zahl der Eier (abgelegt)
20,8	467 (627—253)	19,2	186 (101—306)
22,3	271 (449—225)	24,5	245 (59—426)
24,4	341 (641—49)	29,8	138 (3—437)
26,9	284 (394—188)	32,0	44 (10—133)
28,9	294 (384—134)	34,5	10 (1—12)
30,9	358 (500—257)		
32,7	354 (450—114)		

Aus dieser Tabelle ist leicht zu ersehen, daß in Serie 1, wo die Temperatur in allen Entwicklungsphasen konstant war, die größte Zahl

der Eier in optimaler Temperatur nur 245 Stück erreichte; bei Serie 2 hingegen, wo die Entwicklung der Phasen bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt wurde, war die Zahl der Eier viel größer, ja fast doppelt so groß wie im ersten Falle — bis 467 Stück im Mittel und 641 Stück als Maximum. Dieses zeigt, daß in Serie 2 die Entwicklung des Individualzyklus unter günstigeren Bedingungen ablief; die Futter- und die übrigen Bedingungen außer dem Temperaturgange waren in beiden Serien gleich.

Das Nichtzusammentreffen der größten Entwicklungsgeschwindigkeit mit dem vitalen Optimum ist für den ganzen Individualzyklus von *Loxostege* an diesem Material von neuem bestätigt; trotzdem die Adaption der Raupenphase dieser Art zur Temperatur fast vollständig ist und nur in diesem Falle das obenerwähnte Zusammentreffen beobachtet wurde. —

Analoge Untersuchungen der Einwirkung der Temperatur auf den ganzen Individualzyklus und einzelne Entwicklungsphasen bei *Agrotis* haben ebenfalls sehr interessantes Material ergeben: die Differenzierung der Entwicklungsphasen ist in diesem Falle noch größer und sehr spezifisch.

Das experimentelle Material für die Entwicklungsphasen dieser Art ist in Tabelle 6 angeführt.

Tabelle 6.

Ei				Raupe				Praepupa		Puppe			
t °C	n.	Entwicklungsdauer Tage	Mortalität %	t °C	n.	Entwicklungsdauer Tage	Mortalität %	Entwicklungsdauer Tage	Mortalität %	t °C	n.	Entwicklungsdauer Tage	Mortalität %
35,0	150	—	100	31,3	199	32,9	66,2	4,0	46,6	33,8	21	12,5	97,0
32,5	100	3,0	55	28,8	185	37,7	57,4	3,8	25,4	30,5	41	10,0	54,4
30,0	100	3,8	30	25,6	74	36,4	54,0	4,4	24,0	29,0	47	11,5	6,1
27,0	100	4,0	0	24,5	83	39,5	53,0	4,0	23,5	23,0	46	15,0	8,7
25,3	100	4,1	0	22,1	172	43,0	30,0	5,0	5,8	19,0	46	24,0	3,3
22,5	100	6,1	0	21,1	166	45,3	50,3	6,1	20,0	17,1	23	32,5	30,8
20,0	100	12,5	0	18,6	176	63,3	67,0	8,2	26,9	—	—	—	—
15,0	100	18,5	34	15,2	191	76,7	76,0	15,9	41,4	—	—	—	—
10,0	100	?	95	14,0	106	129,0	91,0	39,1	70,0	—	—	—	—
—	—	—	—	11,7	—	136,1	94,0	—	—	—	—	—	—

Wie aus dieser Tabelle ersichtbar, ist im Gegensatz zu *Loxostege* die Einwirkung der Temperatur auf alle Entwicklungsphasen dieser Art durch das Vorhandensein eines Temperaturintervalls zwischen den Zonen der größten Entwicklungsgeschwindigkeit und der schwächsten Mortalität bemerkbar; der größte Temperaturintervall wurde bei der Puppenphase konstatiert.

Die Untersuchung des Aussterbens der Raupen bei verschiedenen Temperaturen in verschiedenen Entwicklungsstufen gibt jedoch prin-

zipiell ein ähnliches Bild wie im Falle von *Loxostege*; die Adaption der letzten Raupenphasen ist in diesem Falle ganz klar, sie sind an niedrige Temperaturen angepaßt. Dieses Material ist in der Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7.

t °C	Mortalität der Raupen im Stadium (in %)					
	1	2	3	4	5	6
31,3	21,7	14,1	8,1	6,5	6,1	17,6
29,9	18,0	13,9	2,0	1,0	5,2	16,0
28,8	15,0	13,6	1,8	0,0	6,0	16,6
25,6	10,8	10,7	1,5	1,5	5,7	8,0
24,5	13,2	2,8	1,9	0,0	1,6	6,0
23,7	16,0	9,1	2,0	2,2	1,0	5,5
21,1	18,0	8,1	1,6	0,0	0,0	4,0
18,6	36,0	15,1	1,9	0,0	0,0	2,0
15,2	42,0	21,0	2,0	0,0	0,0	5,2
11,7	67,0	25,8	3,8	0,0	0,0	4,0
8,8	95,0	—	—	—	—	—

Die Raupenstadien 3—6 zeigen in diesem Falle die schwächste Mortalität bei der Temperatur von etwa 10—21 ° C; der Temperaturintervall zwischen der größten Entwicklungsgeschwindigkeit vergrößert sich mit der fortschreitenden Entwicklung der Raupen.

Die Zusammenstellung der Temperaturoptima aller Entwicklungsphasen für *Agrotis* ergibt folgendes Bild (siehe die nachfolgende Tab. 8).

Tabelle 8.

Entwicklungsphasen	Schwächste Mortalität t °C	Grenztemperaturen vom Optimum	
		obere t °C	untere t °C
1. Ei	25,3	30,0	20,0
2. Raupe: 1. Stadium	25,6	28,8	21,1
2. „	24,5	25,6	21,1
3. „	21,0	30,0	11,7
4. „	21,1	30,0	11,7
5. „	21,1	30,0	11,7
6. „	21,1	28,8	11,7
3. Praepupa	22,7	24,5	21,1
4. Puppe	19,0	29,0	18,0

Diese Art ist also charakterisiert durch eine andere Änderung der thermischen Optima nach den Entwicklungsphasen; es läßt sich eine Erniedrigung der optimalen Temperaturen nach dem Verlauf der Entwicklung konstatieren.

Der Wechsel der thermischen Optima beider Objekte ist gut mit den biologischen Änderungen während der Metamorphose beider Arten verknüpft. Die Entwicklung der *Loxostege*-raupen verläuft auf den Pflanzen (meistens auf verschiedenen *Artemisia-* oder *Chenopodiaceae*-Arten) unter der Einwirkung der strahlenden Wärme; die Puppen dieser Art dagegen befinden sich in der Bodenschicht. Bei *Agrotis segetum* befindet sich das Ei auf der Oberfläche der Erde oder auch an den unteren Blättern der Pflanzen; die Raupe entwickelt sich in der oberen Bodenschicht; die Puppe bleibt tief im Boden, etwa unter 15—20 cm.

In Zusammenhang mit diesen Verhältnissen steht wahrscheinlich auch die Breite der optimalen Zone; das Material für beide Arten ist in den oben angeführten Tabellen 5 und 8 wiedergegeben. Bei den beiden Arten ist die Periode der größten Eurythermie während der letzten und mittleren Raupenstadien beobachtet worden. Wir sehen, daß bei ein und demselben Objekt das Maß der Steno- oder Eurythermie mit einer bestimmten Entwicklungsphase verknüpft sein muß; ein und dieselbe Art kann also in verschiedenen Entwicklunsphasen steno- oder eurytherm sein. Die ersten Raupenstadien beider Arten und das Ei von *Loxostege* kann man als stenotherme Entwicklungsmomente betrachten.

Diese letzte Auffassung folgt auch aus den Arbeiten von Zwölfer (1931—1934) über die Einwirkung der Temperatur auf die Entwicklung von *Lymantria monacha* und *Panolis flammea;* dasselbe wurde auch bei den anderen Arbeiten der Münchener Schule über die Entwicklung von *Dendrolimus pini, Lymantria dispar* und anderen Arten gefunden.

Das ganze oben angeführte Material charakterisiert das vitale Optimum bei Insekten als eine sehr komplizierte Erscheinung; es sind auch sehr kompliziert und labil die Beziehungen zwischen den thermischen Zonen der größten Entwicklungsgeschwindigkeit und der schwächsten Mortalität bei der Entwicklung; in unserer Untersuchung wurde der Temperaturintervall zwischen diesem Momente fast in allen Entwicklungsphasen beider Objekte gefunden; doch zeigt *Loxostege sticticalis* eine größere Adaption zur Temperatur in den letzten und mittleren Raupenstadien. Das Zusammentreffen dieser beiden Momente bei ein und derselben Temperatur in allen Entwicklungsphasen kann als das Resultat einer vollständigen Temperaturadaption betrachtet werden. Von diesem Standpunkte ist es interessant, den Temperaturintervall der Entwicklungsphasen verschiedener Arten zu vergleichen; die Größe dieses Intervalls kann also als Maß einer Thermophilie der Art dienen.

Dieses Material ist in der Tabelle 9 wiedergegeben; außer den von uns untersuchten Objekten sind noch andere mir bekannte Angaben verschiedener Autoren angeführt; es ist zu bemerken, daß das nötige Material in der Literatur noch nicht vorliegt; die Mehrzahl der Angaben betrifft die Entwicklungsgeschwindigkeit, die Mortalität der Individuen aber bleibt sehr oft ohne Rücksicht oder ist zu unvollständig gegeben; trotzdem ist das brauchbare Material schon groß genug, um ein Vergleich einiger Insektenarten miteinander durchzuführen.

Tabelle 9.

Insektenart	Schwächster Mortalität t °C	Maximum der Entwicklungsgeschwindigkeit t °C	Intervall in °C	Autor
1. *Prodenia littoralis* (alle Phasen)	28—29	28—29	0,0	Janisch, 1930
2. *Panolis flammea.*				
Ei	18 (16—20)	28	10,0	Zwölfer, 1931
Raupe	18 (16—20)	28	10,0	
3. *Lymantria monacha.*				
Ei	15 (9,5—20)	30	15,0	Zwölfer, 1933
Raupe 2—5	20 (15—25)	28	8,0	
Puppe	26 (21—31)	28	2,0	
4. *Habrobracon juglandis.*				
Ei	28,5	31	2,5	Maerks, 1933
5. *Bombyx mori.*				
Raupe	22,0	34	12,0	Janisch, 1933
6. *Pieris brassicae.*				
Raupe	23,0	29	6,0	Maerks, 1934
7. *Locusta migratoria.*				
Larven	37 (32—38)	37	0,0	Predtetschensky, 1934
8. *Loxostege sticticalis.*				
Ei	28 (26—30)	33	5,0	Kozhantschikov, 1934
Raupe	32,7	32,7	0,0	
Puppe	28,0	33,3	5,3	
9. *Ephestia Kühniella.*				
Puppe	25,0	32,5	7,5	„ „
10. *Agrotis segetum.*				
Ei	25,3	32,5	7,0	„ „
Raupe	22,0	32,3	9,2	
Puppe	19,0	30,5	11,5	

Aus dieser Tabelle folgt, daß für *Panolis flammea, Limantria monacha, Pieris brassicae* und *Agrotis segetum* der Temperaturintervall fast in allen Entwicklungsphasen sehr bedeutend ist; diese Arten sind bekanntlich in ihrer geographischen Verbreitung an die nördliche oder gemäßigte Zone gebunden. Dagegen fehlt bei *Loxostege sticticalis* und *Locusta migratoria* in den larvalen Phasen dieser Intervall gänzlich; ein ähnliches Bild soll auch nach Janisch bei *Prodenia littoralis* in allen Entwicklungsphasen bestehen; diese Arten sind geographisch an südliche Breiten und heiße Gegenden gebunden. Das Zusammentreffen der höchsten Vitalität mit der größten Entwicklungsgeschwindigkeit bei diesen Arten kann als das Resultat einer Adaption an die Temperatur betrachtet werden.

Die anderen Arten sind geographisch nicht charakterisiert (Vorratsschädling, ihr Parasit, eine Kulturart).

Diesen Zusammenhang der Größe des Temperaturintervalls mit der geographischen Verbreitung (also mit der Thermophilie der Arten) kann man vielleicht als eine Gesetzmäßigkeit betrachten; diese Gesetzmäßigkeit stellt also das Resultat einer physiologischen Adaption der Arten zur Wärme dar.

Ökologisch ist diese Gesetzmäßigkeit von Interesse; der Intervall zwischen der größten Entwicklungsgeschwindigkeit und Vitalität kann als Maß der Thermophilie einer Art dienen. Außerdem spielt im Problem der Massenvermehrung und der Kalamitäten der schädlichen Arten dieser Intervall ohne Zweifel eine Rolle; die Periodizität der Kalamitäten kann also auch durch diese Eigenschaft der Arten beeinflußt werden.

Die Arten, bei welchen dieser Intervall in allen Entwicklungsphasen klein ist, wird durch kurzperiodische und plötzliche Kalamitäten und Massenvermehrungen charakterisiert sein. Die Änderung der Temperatur in der Richtung zum Optimum wird in diesem Falle parallel das Steigen der Entwicklungsgeschwindigkeit verursachen. Das Vorhandensein eines großen Temperaturintervalls wird zu anderen Verhältnissen führen, und zwar muß in diesem Falle eine Vorbereitungsperiode der Periode der Massenvermehrung vorausgehen.

3. Zusammenfassung.

1. Die Untersuchung betrifft die Beziehung der Entwicklungsgeschwindigkeit zum vitalen Optimum des Insektenorganismus; es wurden die einzelnen Entwicklungsphasen und der ganze Individualzyklus bei *Loxostege sticticalis* L. und *Agrotis segetum* Schiff. untersucht.

2. Die Untersuchung des Einflusses der Temperatur auf den ganzen Individualzyklus bei *Loxostege* zeigt ein Zusammentreffen beider oben erwähnten Momente bei der Temperatur von 30 ° C; bei *Agrotis segetum* wurde ein großer Temperaturintervall zwischen diesen Momenten gefunden.

3. Die Analyse der Gesamtkurven durch die Experimente mit den einzelnen Entwicklungsphasen hat das Vorhandensein verschiedener thermischer Optima aller Entwicklungsphasen beider Objekte ergeben; diese verschiedenen thermischen Optima wurden auch bei einzelnen Entwicklungsstufen der Raupen konstatiert. Das Temperaturoptimum beider Objekte ist durch die adäquate Änderung der optimalen Temperatur nach der Entwicklungsphase charakterisiert.

4. Die Entwicklung aller Phasen bei ein und derselben Temperatur kann nicht prinzipiell für beide Objekte einem vitalen Optimum entsprechen. Die Untersuchung der sexualen Aktivität bei *Loxostege* zeigt einen großen Unterschied zwischen den Exemplaren, deren Entwicklung bei konstanter und (je nach der Phase) wechselnder Temperatur verlief.

5. Das Vorhandensein eines verschiedenen Temperaturintervalls zwischen der Zone des vitalen Optimums und der Zone der größten Entwicklungsgeschwindigkeit so auch wie die Unterschiede zwischen den Optima verschiedener Entwicklungsphasen steht mit den biologischen Unterschieden dieser Phasen in Verbindung. Die Annäherung des vitalen Optimums zur Temperaturzone der größten Geschwindigkeit der Entwicklung steht in Verbindung mit der physiologischen Adaption des Organismus zur Wärme.

6. Der Vergleich verschiedener Objekte miteinander ergibt einen Zusammenhang zwischen der Größe dieses Temperaturintervalls und des Territoriums der normalen Verbreitung dieser Art (vielleicht mit der Station dieser Art). Südliche Arten zeigen kein solches Intervall in manchen Entwicklungsphasen und gleichzeitig eine bedeutende Thermophilie; bei den nördlichen ist der Intervall groß, und zwar in allen Phasen der Entwicklung.

Literatur.

1. Janisch, E., Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltfaktoren auf Insekten. 1. Die Massenvermehrung der Baumwolleule *Prodenia littoralis* in Ägypten. Z. f. Morph. u. Ökol. Tiere 1930, 17, 339.
2. — — Über die Mortalität und die Variationsbreite tropischer Insekten in Ceylon mit allgemeinen Bemerkungen über die Umweltabhängigkeit und das biologische Optimum. Ebenda 1931, 22, 287.
3. Janisch, E., und Abdel Aziz Ali Elsayed Ganbu, Über den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung junger Seidenraupen. Arb. Biol. Reichsanst. Berlin 1933, 20, 245.
4. Kozhantschikov, I., Individuelle Wärmeregulation der Insekten. Zool. Anz. 1933, 103, 30.
5. — — Über die Temperaturabhängigkeit einzelner physiologischer Prozesse und ihre Beziehung auf das Lebensoptimum des Organismus. Z. f. angew. Ent. 1934, 20, 590.
6. — — Die Rolle des Energieumsatzes während der Puppenmetamorphose von *Agrotis segetum* Schiff. und *Ephestia Kühniella* Zell. Comp. Rend. de l'Acad. Sci. USSR. 1934, 2, 595.
7. — — Water ballance of the Pupae of *Agrotis* and *Ephestia* as a reaction to the humidity of the environment. Comp. Rend. l'Acad. Sci. USSR. 1934, 3, 548.
8. Kozhantschikov, I., und Maslova, E., Über die Totalmenge des verbrauchten Sauerstoffs während der Puppenmetamorphose. Zool. Jahrb. (im Druck).
9. Maerks, H., Der Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Embryonalentwicklung der Mehlmottenschlupfwespe *Habrobracon juglandis* Ashm. Arb. Biol. Reichsanst. Berlin 1933, 20, 347.
10. — — Untersuchungen zur Ökologie von *Pieris brassicae*. Z. Morph. u. Ökol. Tiere 1934, 28, 693.
11. Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Z. f. angew. Ent. 1931, 17, 471.
12. — — Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. Z. f. angew. Ent. 1933, 20, 1.
13. — — Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Z. f. ang. Ent. 1934, 21, 333—384.

Zur Kenntnis des Rübenrüsselkäfers (Bothynoderes punctiventris Germ.) in der Türkei.

Von

Fritz Eckstein, Hamburg.

(Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten.)

(Mit 19 Abbildungen.)

Einleitung.

Eine der weitgreifendsten Aufgaben, die die heutige Türkei in Angriff genommen hat, ist der Neuaufbau der Landwirtschaft, die unter der vergangenen Epoche besonders schwer zu leiden hatte, da die ackerbautreibende Bevölkerung durch Jahrhunderte das Hauptkontingent des Heeres zu stellen hatte und der Heeresdienst sich auf lange Zeit erstreckte. So waren durch die ständigen Kriege die wertvollsten Teile der bäuerlichen Bevölkerung beinahe zugrundegerichtet und die Errungenschaften der landwirtschaftlichen Technik mußten an dem durch Kriege und Malaria entkräfteten Bauernvolk fast spurlos vorübergehen.

So sind die Ackergerätschaften zum großen Teil auf antiker Stufe stehen geblieben und der von Büffeln gezogene Holzpflug ist noch eines der wichtigsten Geräte des anatolischen Bauern, der mit schweren zweirädrigen Büffelkarren seine dem Boden mühselig abgerungenen Produkte zum nächsten Markt bringt. Lange Zeit wird wohl noch vergehen, bis der Wohlstand der bäuerlichen Bevölkerung so weit gestiegen ist, daß moderne Geräte an die Stelle der alten getreten sind, bis die klagenden Töne der Achsen der über die weiten Steppen ziehenden Büffelwagen endgültig verstummt sind.

Aber haben sich nicht die alten Methoden des Anbaues in Jahrtausende alter Kultur für die dortigen Verhältnisse als besonders zweckmäßig erwiesen?

Eine der Kulturen, die besonders berufen sind, an erster Stelle die neuzeitlichen Errungenschaften des ackerbautreibenden Westens unter der bäuerlichen Bevölkerung zu verbreiten, ist die Kultur der Zuckerrübe, deren Anbau, von der Türkischen Regierung weitgehend gefördert, immer mehr an Ausdehnung gewinnt.

Zu den älteren Zuckerfabriken in Alpullu (Thrazien) und Uşak[1]) (Anatolien) sind in den letzten Jahren zwei weitere anatolische getreten, in Eskişehir und Turhal, und bald wird die Türkei, soweit es sich um den Bedarf an Zucker handelt, vom Ausland unabhängig sein.

Die Zuckerfabriken, die unter der Leitung energischer, zielbewußter Kaufleute und Techniker stehen, und eine Reihe ausländischer Sachverständiger herangezogen haben, bedeuten für die Landwirtschaft und darüber hinaus für die gesamte Bevölkerung der benachbarten Gebiete Kulturzentren ersten Ranges, denn durch den gelinden Zwang, den sie auf die Bauern ausüben, die Felder gut und zweckmäßig zu bestellen, durch ihre ausgezeichnete Organisation, führen sie die bäuerliche Bevölkerung allmählich in bessere wirtschaftliche Verhältnisse, die ihnen die Anwendung moderner Ackerbaumethoden gestatten; durch den vermehrten Wohlstand kann das Land besser kultiviert werden, die Bauern sehen sich gezwungen, das oft kümmerliche Wegenetz auszubauen, die einzelnen abseits gelegenen Ortschaften werden leichter zugänglich, die hygienischen Verhältnisse werden besser, und so erfüllt das Land im Gebiet der Zuckerfabriken frohe Zuversicht.

Die Zuckerrübe stellt als Hackfrucht an die Bauern besonders hohe Anforderungen, und so sind die Bauern gezwungen, der Bodenbearbeitung, der Düngung, dem Fruchtwechsel, schließlich auch der Schädlingsbekämpfung erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Denn in den letzten Jahren machen sich bei dem verstärkten Anbau eine Reihe von Schädlingen in vielen Gebieten mehr und mehr bemerkbar und drohen, die eben gewonnenen Hoffnungen wieder zu zerstören.

Alle die geschilderten Verhältnisse fallen um so schwerer ins Gewicht, als der Anbau der Zuckerrübe im wesentlichen im kleinbäuerlichen Betrieb erfolgt, woraus sich einerseits ihre besondere Bedeutung für die Volkswirtschaft, andererseits aber auch manche nicht leicht zu überwindende technische Schwierigkeit ergibt.

Nach Mitteilung der Zuckerfabrik Uşak verteilte sich dort 1931 der Anbau von 50000 ha Zuckerrüben z. B. auf 12000 Anbauerfamilien und weit über 300 Ortschaften.

Zur Sicherung des Bedarfs der Fabriken ist daher eine gewaltige Organisation erforderlich. So ist das Gebiet der Uşaker Fabrik z. B. in eine Anzahl großer Bezirke eingeteilt, an deren Spitze je ein Diplomlandwirt steht. Dieser ist für den ordnungsgemäßen Anbau, die Durchführung der Kultur, Unkrautbekämpfung, Schädlingsbekämpfung und Ernte in seinem Bezirk, der stets ein großes Gebiet umfaßt, verantwortlich. In den Dörfern werden diese Beamten unterstützt von Vertrauensleuten unter Führung eines jüngeren Diplomlandwirts oder eines besonders angesehenen Bauern. Neuerdings werden alljährlich eine Anzahl von Bauernsöhnen in der

[1]) ş sprich wie sch, ç wie tsch.

Fabrik auf deren Gütern im Zuckerrübenbau herangebildet, sie werden später den Anbau in ihren Gemeinden beaufsichtigen.

Berücksichtigt man die mangelhaften Verkehrsverhältnisse, die Abgelegenheit der Anbauflächen, den Mangel an modernen Geräten und die mangelnde Erfahrung der bäuerlichen Bevölkerung, die klimatischen Verhältnisse, die z. B. die Saatzeit wegen Frost und Schädlingsgefahr, die Erntezeit wegen der noch herrschenden hochsommerlichen Temperaturen stark einschränken, so ergibt sich aus dem Gesagten, welche ungeheure Kulturarbeit dort gerade in den letzten Jahren geleistet wurde und geleistet wird.

Ich habe diese Verhältnisse eingehender geschildert, weil sie natürlich neben der Rübenkultur auch alle mit den Schädlingen zusammenhängenden Fragen weitgehend beeinflussen.

Die verschiedenen Zuckerrübenschädlinge im Anbaugebiet Uşak.

Während meiner Tätigkeit in Ankara hatte ich wiederholt Gelegenheit, das Anbaugebiet von Uşak zu bereisen und einige Beobachtungen anzustellen. Leider war meine Zeit durch Vorlesungstätigkeit an der Landwirtschaftlichen Hochschule so beschränkt, daß ich zumeist nur wenige Tage im Anbaugebiet an Ort und Stelle verweilen konnte, so daß es zunächst nicht möglich war, eingehendere Untersuchungen anzustellen. Erst als auf meine Anregung hin an der Zuckerfabrik Uşak eine Entomologische Station zum Studium der Zuckerrübenschädlinge eingerichtet worden war, und ich Richtlinien für weitere Untersuchungen angeben konnte, wurde es mir möglich, wenigstens einige Beobachtungen durchzuführen.

Ich möchte noch besonders hervorheben, daß die Zuckerfabrik Uşak meine Arbeiten in jeder möglichen Weise förderte, und ich möchte hier besonders Herrn Generaldirektor Remsi Bey, dem leitenden landwirtschaftlichen Direktor Ferit Faik Bey und seinem Mitarbeiter Cemil Bey für alle erwiesene Gastfreundschaft und Mithilfe, ebenso wie allen den interessierten Beamten der Fabrik für ihre zahlreichen Auskünfte, herzlich danken. Die Untersuchungen wurden nur möglich durch das Entgegenkommen Sr. Exzellenz des Herrn Landwirtschaftsministers Muhlis Bey, der als ehemaliger Generaldirektor der Zuckerfabrik die Gefahren der Schädlinge der Zuckerrübe besonders zu würdigen weiß.

1. Rübennematoden.

Verschiedentlich wurde im Anbaugebiet Welken der Zuckerrüben beobachtet, das man auf den Befall mit *Heterodera Schachtii* zurückführen zu müssen glaubte; die genauere Untersuchung ergab jedoch stets, daß es sich um andersgeartete Ursachen handelte. *Heterodera Schachtii* konnte bisher noch nicht festgestellt werden.

2. Rübenblattläuse und Blattwanzen.

Die Rübenblattlaus, *Aphis fabae* Scop., habe ich zu wiederholten Malen angetroffen, doch konnten größere Beschädigungen nicht festgestellt werden.

Dagegen wurde einmal eine erhebliche Feldbeschädigung durch eine nicht näher bestimmte Wurzellaus festgestellt. Die Felder lagen in Steppenboden, und waren schon von weitem durch die geringe Größe der Pflanzen kenntlich, die ihre Blätter zum Teil welk herunterhängen ließen. Beim Herausziehen waren die Rüben im Juli noch recht klein, hatten eben die Größe einer Karotte, und waren dicht mit wolligen, bläulich schimmernden Läusen besetzt. Die eingehendere Untersuchung zeigte, daß nur diese Felder in der Gegend von Akşehir befallen waren, während die ganze Umgebung noch frei war. Zur Vermeidung weiterer Ausbreitung wurde das Feld abgeerntet und die Rüben, die keinen Ertrag gegeben hätten, vernichtet, sowie eine Bodendesinfektion versucht. Über die Wirkung derselben ist mir nichts bekannt geworden, ebensowenig darüber, ob sich die Laus auch noch anderwärts gezeigt oder weiter verbreitet hat.

Die Rübenblattwanze, *Piesma quadrata* Fieb., ist bis jetzt schädigend noch nicht aufgetreten. Nach der Verteilung der Sommerniederschläge sollte man erwarten, daß der Schädling weite Verbreitung haben müßte. Die Wanze wird voraussichtlich nach ihrem etwaigen Auftreten in manchen Gebieten schwere Schäden hervorrufen können.

Heuschrecken.

Von Heuschrecken kommen vor allem *Calliptamus italicus* Ramme vor, insbesondere in den Steppengebieten um Alaşehir und in den weiten Steppen von Akşehir. Bis jetzt sind sie infolge rechtzeitiger Bekämpfung durch den im allgemeinen sehr gut funktionierenden Heuschreckendienst von den Zuckerrüben ferngehalten worden.

Die Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami* Sp.).

Die Rübenfliege fehlt dagegen in der Türkei nicht. Inwieweit sie auf den Flächen in Thrazien schadet, weiß ich nicht, dagegen sind mir die Verhältnisse von Uşak genauer bekannt.

Da die Anbauflächen von Jahr zu Jahr vergrößert werden, findet man jedes Jahr neue Anbaugebiete, in denen bisher die Zuckerrübe noch nicht angebaut wurde. Schon im ersten Jahr des Anbaues zeigen viele Felder in solchen Gegenden den Befall durch *Pegomyia hyoscyami* Sp. Der Befall geht dort von dem an den Feldrändern und auch sonst in der Nähe der Ortschaften häufigen *Hyoscyamus niger* aus, die meistens von der Blattfliege befallen sind, vielfach auch von Spinatpflanzen in den Gärten. Allerdings zeigen die einzelnen Gegenden in der Befallsstärke der Rübenfelder sehr weitgehende Unterschiede, doch hat der Befall bisher nirgends bedrohliche Formen angenommen. Dies ist, wie ich an anderer Stelle gezeigt habe, auch nicht zu erwarten (vgl. Eckstein: Zuckerrübenschädl. u. Landschaft i. d. Türkei 1934). Zur Ergänzung des dort kurz Mitgeteilten sei hier eine Zusammenstellung der

klimatischen Daten aus den Sommermonaten 1930/32 gegeben. Es ergibt sich daraus, daß die Mehrzahl der Anbaugebiete der Türkei nach Bremer und Kaufmann (Arb. biol. Reichsanst. Bd. 16) außerhalb des Gebietes des Dauerschadens fällt, ja selbst außerhalb des Gebietes der Massenvermehrung; dazu sind die sommerlichen Niederschläge zu gering. Die Temperaturen scheinen weniger wesentlich zu sein. (Vgl. Abb. 1.)

Soweit sich bis jetzt übersehen läßt, besteht daher für die Türkei keine erhebliche Gefahr der Massenvermehrung der *Pegomyia*, wohl aber mag sie vielleicht da oder dort sich einmal in größeren Mengen be-

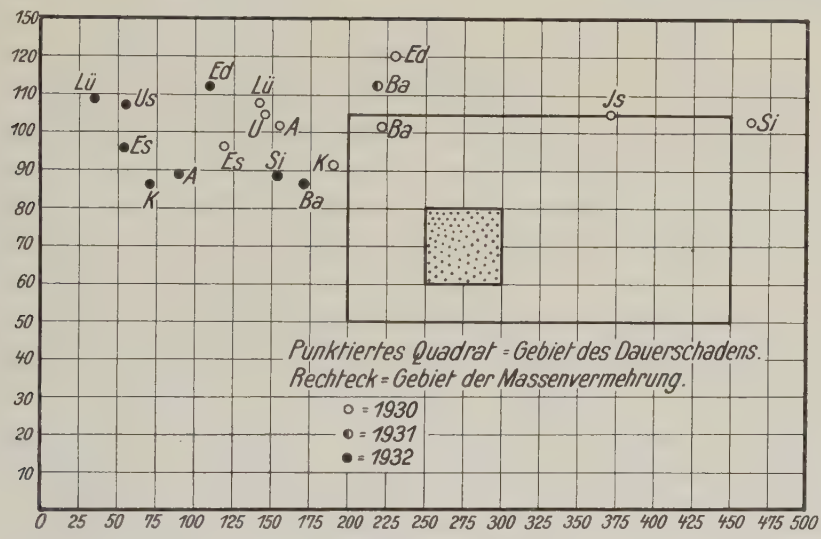


Abb. 1. Mai- bis Augustregen in den Zuckerrübengebieten der Türkei im Vergleich zu den für Massenvermehrung und Dauerschaden der Rübenfliege nötigen Witterungsverhältnissen, für die türkischen Beobachtungen aus den Jahren 1930—1932.
A = Afion Karahissar, U = Uşak, Ed = Edirne, Lü = Lüle Burgaz, K = Kütahia, Is = Ismit, Si = Siwas, Ba = Banaz.

merkbar machen, um bei weniger günstigen klimatischen Verhältnissen bald wieder abzunehmen. Besonders interessant ist das Ausbreitungsverhältnis der Fliege zu *Bothynoderes punctiventris* Germ., worauf hier nicht näher eingegangen werden soll; ich verweise hierfür auf die bereits zitierte Arbeit.

Schmetterlinge.

Größeren Umfang nahm bisher stellenweise der Fraß verschiedener Eulen an. Besonders schädigend traten in den unmittelbar bei der Zuckerfabrik Uşak gelegenen Feldern bisher *Agrotis segetum* Schifs, *exclamationis* L., *Mamestra brassicae* L., *Euxoa 'puta* Hb. und nicht näher bekannte Arten auf, vereinzelt ist auch *Pyrameis cardui* L. schon schädlich geworden, die auch Bodenheimer aus Palästina erwähnt. Neben *Pieris brassicae* L., dem Kohlweißling, der ebenfalls aus Palästina als Rüben-

schädling bekannt ist, trat bisher besonders schädlich im Jahr 1931 *Caradrina exigua* Hb. auf, ebenfalls ein unter anderem aus Palästina bekannter Schädling an Zuckerrüben. Die Art ist nach den mir zugegangenen Mitteilungen zum erstenmal im Jahre 1931 sehr stark aufgetreten und verursachte insbesondere im Tal von Oturak-Banaz erheblichen Schaden. Im Jahre 1932 trat sie beinahe gar nicht auf, und es machte Mühe, Falter zu erhalten. Die Biologie ist noch nicht festgestellt, Versuche, den Falter am Licht zu ködern, schlugen fehl.

Gelegentlich kam in den letzten Jahren der Fraß von *Phtorimaea* spec. auf, ohne zunächst bemerkenswerten Schaden zu verursachen.

Käfer.

Von den an allen möglichen Kulturen vorkommenden Schädlingen treten in der Türkei an Zuckerrüben ebenfalls eine ganze Reihe auf. So machen stellenweise die Engerlinge von *Polyphylla* spec. größeren Schaden, überall wird über Drahtwürmer geklagt, besonders häufig waren bei meinen Feststellungen *Agriotes lineatus* L. und *obscurus* L., sowie *Lacon murinus* L.

Im Jahr 1932 trat in der Gegend von Eskişehir *Atomaria linearis* Steph. in größerem Umfang auf, und überall werden besonders in den trockenen Frühjahrsmonaten die Erdflöhe schädlich, unter denen ich besonders den auch von Jablonovski in Ungarn an Zuckerrüben festgestellten *Phyllotreta cruciferae* Golz. fand, ferner *Phyllotreta nemorum* L. und *Haltica ole racea* L. Oft sieht man ganze Felder, die nur noch wenig Blattgrün aufzuweisen haben. Eine Bekämpfung, die sich stellenweise als nötig erwies, wurde mit den bekannten Methoden durchgeführt.

Den schwersten Schaden macht *Bothynoderes punctiventris* Germ.[1]), der von Jahr zu Jahr größere Flächen befällt und den Rübenbau mancher Gegenden ernstlich bedroht. Sein Massenauftreten insbesondere führte zur Errichtung der Entomologischen Station der Zuckerfabrik Uşak, die im Laufe der nächsten Jahre zu einer entomologischen Zentralstation der Türkischen Zuckerrübenindustrie ausgebaut werden soll.

Chromoderus fasciatus Müll. spielt bis jetzt nur eine untergeordnete Rolle. Er findet sich nur vereinzelt, zu etwa 1 auf 3000 *Both. punct.* Die übrigen Rübenrüßler, *Cleonus piger* Scop. und *tigrinus* Panz. waren bis jetzt noch seltener, durch *Otiorrhynchus* spec. ist bisher noch kein merklicher Schaden entstanden.

Das Zuckerrübengebiet von Anatolien.

1. Das Licht.

Die geographische Lage bedingt wesentlich andere Lichtverhältnisse, als wir sie von unseren Zuckerrübenfeldern gewohnt sind. Die Strahlung

[1]) Für die Bestimmung der Curculioniden bin ich Herrn Kollegen Dr. Zumpt zu Dank verpflichtet.

ist, auch infolge der Höhenlage der meisten Gebiete, viel intensiver, und kommt durch die geringe Bewölkung und lange Sonnenscheindauer in besonders hohem Maß zur Geltung. Eine weitere Steigerung erfährt die Lichtintensität am Boden noch durch den in der Wüstensteppe fast völlig fehlenden Pflanzenwuchs. Die unmittelbare Folge ist eine viel raschere Erwärmung des Bodens und eine weit höhere Verdunstungsgeschwindigkeit und -Intensität. Beide Faktoren wirken um so mehr ein, als die

Abb. 2. Übersichtskarte der wichtigsten Anbauorte von Zuckerrüben in der Türkei.

täglichen Temperaturschwankungen außerordentlich hoch sind, und selbst im Mittel noch über 15° C betragen können.

Über die Einwirkung der Sonnenstrahlung auf das Gedeihen der Insekten wissen wir noch recht wenig. Wir können aber annehmen, daß nicht allein die Wärme- und Lichtstrahlung maßgebende Faktoren darstellen, sondern daß dem unsichtbaren Teil des Spektrums sehr wesentliche Funktionen zukommen. Sie gewinnen in einem so sonnigen Land wie Anatolien besondere Bedeutung und sind wohl nicht ohne Einfluß unter anderem auch auf die Zusammensetzung der Pilz- und Bakterienflora der oberen Bodenschichten, auf die Geschwindigkeit des Ablaufs der Reaktionen im tierischen Organismus.

Ferner sei erwähnt die infolge der sonstigen klimatischen Verhältnisse von der unseren so verschiedene relative Feuchtigkeit der Luft, die in den höheren Lagen weit niedriger ist als bei uns und durch den schon oben erwähnten Mangel des Bodens an schützender Pflanzendecke und die häufige Luftbewegung noch eine weitere Steigerung erfährt.

Der in der folgenden Tabelle aufgezeichnete Gang der mittleren Bewölkung im Zuckerrübengebiet von Uşak und unserer Zuckerrübengebiete zeigt, daß dort weit höhere Lichtmengen wirksam sind, als bei uns. Die höhere Lichtintensität macht sich dort an der Zuckerrübe dadurch bemerkbar, daß die Blätter einen viel höheren Glanz zeigen als bei uns; derselbe ist vermutlich auf eine verstärkte Wachsschicht zurückzuführen, die das Blatt gegen die intensivere Strahlung schützt.

Mittlere, monatliche und jährliche Bewölkung in Magdeburg, Stettin und Uşak.

Ort	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Magdeburg . . .	6,9	7,0	6,6	6,1	5,7	5,9	6,2	5,8	5,6	6,7	7,1	7,3
Stettin	6,9	7,1	6,7	6,0	5,4	5,3	5,8	5,8	5,6	6,9	7,5	7,7
Uşak	5,9	6,2	5,7	5,9	5,5	3,7	1,5	1,0	1,7	3,4	4,7	6,4

Die jährlichen Mittel betragen demnach für Magdeburg 6,4, Stettin 6,4, dagegen für Uşak nur 4,3.

Von Boden- und Wasserverhältnissen.

Durch die Randgebirge der Halbinsel, die Niederschläge in den Küstenzonen, ist das Land im Innern wasserarm, und so ist Ackerbau nur in den wenigen wasserreichen Tälern und Niederungen möglich, und selbst dort noch nimmt der Wassermangel oft bedrohliche Formen an (vgl. Abb. 15—19).

Schon im vorigen Kapitel wurde kurz auf den Boden hingewiesen. Ohne auf die Zusammensetzung im einzelnen einzugehen, sei hier nur erwähnt, daß er auf weiten Flächen vulkanischen Charakter zeigt und Verwitterungsprodukt aus Andesit, Diorit, Gneis u. ä. ist, mit tonigen und kalkigen Beimengungen, insbesondere dort, wo das Urgestein von anderen Formationen überlagert wird. Seine physikalische Struktur ist neben der chemischen Zusammensetzung im wesentlichen eine Folge der Einwirkung der klimatischen Verhältnisse und der Wasserbewegung, der Grundwasserverhältnisse. Vom Grundwasser wird noch bei Gelegenheit der Überwinterung des *Bothynoderes* zu sprechen sein.

Das Klima macht sich auf den Boden, im Verein mit der Wasserarmut des Landes, in erster Linie geltend durch das fast völlige Fehlen einer geschlossenen Pflanzendecke. Man kann sagen, daß in Anatolien eine geschlossene Pflanzendecke fast nur auf kultiviertem Boden vorkommt.

Wälder fehlen so gut wie fast völlig, das ganze Land ist zwischen den bebauten Steppen kahle Wüstensteppe, auf der sich in der Hauptsache Disteln angesiedelt haben. So werden die oberflächengestaltenden Kräfte von Sonne, Wind und Niederschlag von besonderer Bedeutung, die Erosion ist infolge der hohen täglichen und jahreszeitlichen Schwankungen auf dem nackten Boden, der gegen Niederschläge fast ungeschützt ist, besonders stark. Der Boden ist im allgemeinen krümelig, wenig humusreich, ziemlich wasserdurchlässig und trocknet daher leicht aus. Die Niederschläge dringen rasch in größere Tiefen und werden nur im kultivierten Boden in den oberen Schichten zurückgehalten.

Mikroklimatische Messungen konnte ich in den Rübenfeldern leider nicht anstellen. Vermutlich ändert sich das Mikroklima im Feld während der Vegetationszeit sehr stark, in dem Maße, wie durch das allmähliche Wachstum der Pflanzen und die Bildung des geschlossenen Bestandes die Beschattung des Bodens zunimmt. Dadurch wird die Verdunstung am Boden verringert und die Feuchtigkeit mehr zurückgehalten, die der heranwachsenden Wurzel zugute kommt. Mit der zunehmenden Beschattung und der geringeren Durchlässigkeit für Niederschläge und Luftbewegung direkt über dem Boden werden dann Verhältnisse geschaffen, die für ein Insekt, das so wärme- und trockenheitsbedürftig ist, wie Bothynoderes, nicht ohne Bedeutung sein können. Erhebliche, plötzliche Änderungen des Mikroklimas entstehen dann wieder bei den Hacken, über deren mikroklimatische Bedeutung für die Bothynodereslarven nichts bekannt ist. Immerhin dürften sie, da sie die Kapillarität des Bodens unterbrechen, vielleicht auch das Verhalten der Larven beeinflussen.

Das Anbaugebiet der Zuckerfabrik Uşak.

Nach unseren Verhältnissen gemessen ist das Anbaugebiet der Zuckerfabrik Uşak ungeheuer ausgedehnt. Es erstreckt sich von Alaşehir im Westen bis in die Gegend von Ilgin, also von 28,5° östl. Länge bis 32° östl. Länge und liegt durchschnittlich unter 38,5° Breite. Aus den verschiedenen Höhenlagen, dem wechselnden Wasserreichtum und den Bodenverhältnissen ergeben sich eine Anzahl fast abgeschlossener, sich wesentlich voneinander unterscheidender Anbauflächen, die wie größere oder kleinere Inseln in die Wüstensteppen eingesprengt sind. Von 100 m Höhe ziehen sich die Rübenfelder hinauf bis zu etwa 1400 m Höhe, und da die Gebirge meist recht steil abfallen, sind selbst auf kurze Entfernungen die klimatischen Unterschiede recht beträchtlich. Während an den Feldrändern bei Alaşehir und Sahlili Feigenbäume und Reben stehen, treten oben im Gebiet von Dumlupinar noch im Mai Spätfröste auf und schon im September fällt der erste Schnee (vgl. Abb. 2).

1. Alaşehir-Sahlili.

Mit der Beschreibung dieses kleinen Gebietes kann ich mich kurz fassen, da sich dort der Rübenanbau noch im Versuchsstadium befindet. Die Felder liegen in der weiten,

heißen Talsohle eingebettet, umschlossen von Steppen und Rosinengärten, in denen, nebenbei bemerkt, der Heu- und Sauerwurm sowie die Reblaus keine unbedeutende Rolle spielen. Temperaturaufzeichnungen liegen nicht vor, doch dürften diese etwa denen von Manissa entsprechen. 1931 wurden dort folgende Temperaturen gemessen, denen die Niederschläge von Alaşehir beigefügt wurden.

Temperaturen von Alaşehir mit monatlichen Niederschlägen.

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temperaturen . .	8,2	8,5	11,4	12,9	19,4	24,7	28.5	27,2	22,4	17,4	9,8	6,3
Niederschläge . .	172	87	78	141	94	7	0	0	55	7	86	69

Das hohe Jahresmittel von 16,4° C und die hohen Niederschläge dürften das Gebiet eher für *Pegomyia* als für *Cleonus* gefährdet erscheinen lassen. Die Besichtigung der Felder im Sommer 1933 zeigte, daß sie unter dem Rübenrüsselkäfer nicht zu leiden hatten. Es erscheint fraglich, ob der Zuckerrübenbau sich dort einführen läßt, da die verfärbten und kümmerlichen Rüben die charakteristischen Erscheinungen des Wasserentzuges infolge zu hohen Salzgehaltes des Boden zeigen.

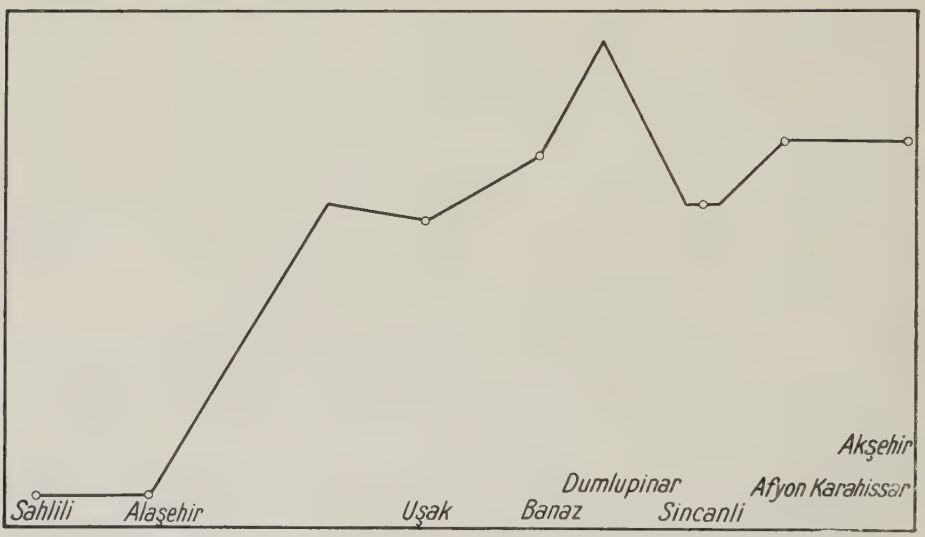


Abb. 3. Profil der Strecke Sahlili—Uşak—Afyon Karahissar—Akşehir in 100facher Überhöhung.

2. Die Ebene von Uşak.

Die Ebene von Uşak liegt etwa 900 m hoch, etwa 100 km von der Ebene Alaşehir-Sahlili entfernt. Sie hat eine Breite von 2—6 km und wird von einem schmalen Wasserlauf durchflossen, der allerdings während der Sommermonate völlig austrocknet. In dieser Ebene liegen zahlreiche ausgedehnte Zuckerrübenfelder, die vor allem stark von *Bothynoderes punctiventris* heimgesucht werden, so daß an zahlreichen Stellen Kahlfraß wiederholte Aussaat notwendig machte. An einzelnen Punkten wurden die Felder auch wiederholt kahl gefressen, so daß überhaupt keine Ernten erzielt werden konnten.

Begrenzt wird die Ebene nördlich und südlich von Höhenzügen; die nördlich gelegenen sind die letzten Ausläufer des Murad Dagh, eines waldreichen Gebirges, im Süden erhebt sich das Gelände in 2 Stufen, hinter denen sich die Hochebene in das Tal von Banaz senkt. Die Abhänge dieser Talstufen, die etwa 30—40 m hoch sind, sind fast nackte Wüstensteppe, während das zwischen ihnen liegende Land, von kleinen Wasserläufen durchzogen, fruchtbarer Ackerboden ist, der reiche Rübenernten hervorbringen kann. Die Höhen im Norden sind vulkanischen Ursprungs, aus Andesit, Trachyt (Kizildagh 1500 m), weiter aus Diorit und Serpentin aufgebaut, im Westen steht Gneis an, während sich im Süden neben den Verwitterungsprodukten der genannten Gesteine auch Kalk in größerer Ausdehnung findet. Das dazwischen liegende Ackergelände ist teils Alluvium, teils Diluvium, teils Neogen.

Der Boden ist in seinen obersten Schichten meist sandig-tonig, in verschiedenen Abstufungen, nur vereinzelt auch kalkreich Im allgemeinen sind die oberen Bodenschichten leicht durchlässig, krümelig und backen nicht zusammen.

Der Grundwasserstand wechselt sehr stark, in der Niederung oft nur wenig unter der Oberfläche gelegen, geht er vielfach bis zu 60—80 m Tiefe.

Die Verteilung von Niederschlag und Temperatur mag aus der folgenden Tabelle entnommen werden:

Monatliche Niederschläge und Mitteltemperaturen in Uşak 1930/32.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temperatur . . .	4,2	3,0	7,8	12,2	15,5	20,6	25,0	24,7	19,4	13,2	8,3	6,8
Niederschlag . . .	32,9	31	24	23	61	29	16	0	8	87	28	56
Temperatur . . .	3,9	5,1	6,4	9,8	16,0	21,0	26,1	24,2	18,5	12,8	4,5	3,0
Niederschlag . . .	1,8	33	84	84	85	11	0,2	10	40	8	43	84
Temperatur . . .	0,3	0,1	5,4	9,6	15,7	21,2	25,0	23,8	20,4	16,5	8,1	3,4
Niederschlag . . .	53	72	80	28	17	4	0	0	2	12	88	27
Mittel der Temperatur	2,8	2,7	6,5	10,5	15,7	10,9	25,3	24.2	19,4	14,1	6,7	4,3
3 Jahre Niederschlag	64	45	63	42	55	14	5	3	17	39	53	55

Daraus ergibt sich aus den Beobachtungsjahren eine Mitteltemperatur von 10,9° C und ein Jahresniederschlag von 457 mm. Wir befinden uns im anatolischen Hochland mit geringen Jahresniederschlägen, kalten Wintern, und regenarmen, heißen Sommermonaten. Beachtenswert ist die große Schwankung der Niederschläge von Jahr zu Jahr, die für die Schädlingsgradation von größtem Einfluß ist, wie nachher gezeigt werden wird.

Das Gebiet von Eskişehir.

Noch ausgesprochener finden wir diese klimatischen Besonderheiten im Gebiet von Eskişehir (796 m), einer mitten im anatolischen Hochland gelegenen Stadt. Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt hier noch wesentlich tiefer, nach Zistler bei 330 mm. Die Temperaturen sind wie folgt:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
0,7	0,7	5,7	10,5	13,6	17,4	20,5	20,7	15,4	11,4	8,3	2,5	10,1

Die Jahresmitteltemperatur liegt also um mehr als 1° C tiefer wie Uşak. Die Anbauverhältnisse entsprechen im allgemeinen denen von Uşak. Die Felder sind vielfach, da es sich noch um ein erst im Anbau begriffenes Gebiet handelt, von Steppe und Ödland umgeben, vielfach ziehen sie sich an sandigen Berghängen oder in Tälern hin, im allgemeinen sind die Lagen aber gleichförmiger und trockener wie im Uşaker Bezirk.

Afion Karahissar—Akşehir—Ilgin.

Dieses Anbaugebiet bedarf besonderer Beschreibung, da es wiederum seine Eigentümlichkeiten hat. In einer durchschnittlichen Höhe von etwa 1000—1100 m Höhe gelegen zieht es sich von Afion Karahissar nach Süd-Osten zu beiden Seiten der Bagdadbahn hin. Im Süden erhebt sich kurz hinter Afion mit seinen imposanten Basaltkegeln der wildzerklüftete Sultan Dagh (2600 m), aus dessen von Süden nach Norden streichenden Tälern brausende Gebirgswasser hervorbrechen, und dem fruchtbaren Boden überreiche Wassermengen zuführen. Am Gebirgsrand entlang zieht sich ein Wald von Obstbäumen, in den die zahlreichen Dörfer, umgeben von fruchtbaren Feldern, eingebettet sind. Am Eingang der Täler finden sich vielfach Zuckerrübenfelder, die zum Teil künstlich bewässert werden.

Aber die Gebirgswasser kommen nicht weit. Nur wenige Kilometer nördlich der Straße Afion Karahissar—Akşehir geht das fruchtbare Land mit dem allmählichen Versiegen der Gewässer wieder in die trostlose Steppe über, in die zunächst noch, bis etwa an das Südufer des Akşehir Sees, zahlreiche Zuckerrübenfelder eingesprengt sind, dann aber geht das Land in die trostlose Salzebene der Haymana über, die, sich bis an den großen Salzsee erstreckend, eines der ödesten Gebiete des Landes darstellt.

So gibt es in diesem abwechselungsreichen Anbaugebiet alle möglichen Übergänge zwischen humiden und ariden Böden, oft liegen sie nahe beisammen, da die Durchlässigkeit der oberen Bodenschichten dem Wasser raschen Abfluß gewährt.

Auch in dieser Landschaft sieht man oft steile Hügel aufsteigen, die durch ihre besondere Kahlheit auffallen. Der Boden ist fast nackt, selten steht da oder dort eine Distel, überall liegen Steine in großen Mengen auf den kärglichen Feldern. Selbst dort ziehen sich Zuckerrübenfelder die Hügel hinan in diese Öde hinein, Felder, auf denen im Sommer der Fuß im brennenden Sand bis über die Knöchel versinkt.

Afion Karahissar zeigt etwa dieselben meteorologischen Daten wie Uşak, soweit es sich um die Niederschläge handelt. Die Temperaturen liegen jedoch wesentlich niederer.

Das Gebiet von Banaz und Sinçanli.

Die beiden Orte, in der Nähe von Uşak bezw. Afion Karahissar gelegen, weichen in ihren klimatischen Verhältnissen weitgehend von Uşak und Afion infolge ihrer besonderen Lage ab. Die Unterschiede sind so bedeutend, daß sie für die Epidemiologie des *Bothynoderes*, wie wir später sehen werden, entscheidende Bedeutung erlangen.

Die für diese Kategorie von Rübenflächen in Betracht kommenden Felder liegen am Ausgang des Banaz Ovasi, dort wo sich die breite Talsohle von Uşak verschmälert, und die Bahn gegen Oturak langsam zu den Höhen von Dumlupinar, einer Wasserscheide zwischen Ägäischem und Schwarzen Meer, ansteigt. Die Täler sind schmal, die Höhen mit Gebüsch überzogen, oder bewaldet, zum Teil ziehen sich an den Berghängen uralte Walnußhaine hin. Von den Höhen kommen zahlreiche Wasserläufe herunter, die vielfach der Landschaft den Charakter einer mitteldeutschen Gebirgslandschaft verleihen. Der Boden ist humusreich, feucht, und vielfach werden die sich da und dort an den Berghängen hinziehenden Rübenfelder längere Zeit künstlich bewässert.

Niederschläge sind viel häufiger als in Uşak, wenn sie auch nicht die Höhe erreichen wie im Gebiet von Sinçanli.

Die Hochebene von Sinçanli dehnt sich südlich Dumlupinar über Güney bis gegen die Ebene von Afion Karahissar, gegen die es durch einen steilen Gebirgszug abgegrenzt ist. Rings von Bergketten eingeschlossen, zeigt die Ebene die größten Niederschlagsmengen im dortigen Gebiet.

Temperatur und Niederschläge von Banaz.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temperatur .	0,4	8,6	13,0	10,0	18,7	21,0	21,3	23,0	10,0	13,7	4,0	0,7
Niederschlag .	108	55	88	114	149	32	00	2	42	10	25	97

Und während in Banaz also 722 mm Niederschlag zu verzeichnen sind, fielen in dem nur wenig entfernten Sinçanli 935 mm, in einer Entfernung von nur etwa 40 km von Afion.

Nach Mitteilung der dortigen Landwirte ist das ganze Gebiet regenreich.

Das ergibt sich auch aus der Betrachtung der Landschaft. Finden wir sonst nur öde Steppen in der weiteren Umgebung von Afion, so befinden wir uns in der Ebene von Sinçanli in einem grünen Acker- und Weideland, das von einer ganzen Anzahl von Bächen durchflossen wird. Die Felder stehen insbesondere in der weiteren Umgebung von Güney herrlich, und das Gebiet zählt zu den besten Rübengebieten überhaupt.

Alle diese Dinge haben auf die Verbreitung des *Bothynoderes* entscheidenden Einfluß, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird.

Die eben kurz geschilderten, zum Teil gegeneinander ganz abgeschlossenen Gebiete sind also klimatisch und darum auch epidemiologisch durchaus verschieden, und vielfach weist schon das Landschaftsbild darauf hin, daß wir wesentlich verschiedenen Schädlingsbefall in dem einen oder anderen Gebiet erwarten müssen.

Zur Biologie des *Bothynoderes punctiventris*.

1. Der Schlüpftermin. Nach Jablonoswski verläßt der Käfer sein Winterlager etwa um den 19. bis 20. März. Bela-Grob gibt als Datum des ersten Erscheinens das Ansteigen der Lufttemperatur auf 12—13° C an. Nach Negrash erscheinen die Käfer in der Gegend von Kiew zwischen dem 12. und 25. April, Grinberg endlich gibt für Rumänien Mitte bis Ende März als erstes Erscheinungsdatum an.

Lufttemperaturminimum und Bodentemperaturen in Uşak. April 1931 und 1932.

Datum	Minimum		Bodentemperatur 15 cm	
	1931	1932	1931	1932
1.	— 2,4	— 4,0	6,1	8,0
2.	4,8	0,3	8,5	9,1
3.	— 0,3	1,5	8,3	10,2
4.	0,9	3,4	6,9	11,1
5.	5,0	2,5	8,4	11,5
6.	5,2	2,8	9,3	12,1
7.	4,0	5,0	10,3	12,0
8.	3,4	5,5	9,8	11,8
9.	8,9	— 1,0	10,0	11,1
10.	6,9	1,3	10,8	9,7
11.	3,0	— 3,0	8,9	8,2
12.	0,9	— 5,0	8,7	9,1
13.	— 1,2	— 2,2	8,4	10,5
14.	— 2,1	— 0,5	9,2	11,5
15.	7,1	1,5	10,4	10,7
16.	3,4	2,9	9,7	9,8
17.	— 1,3	2,0	9,4	9,8
18.	0,9	4,9	8,8	11,0
19.	5,1	7,7	10,1	11,4
20.	2,5	0,9	12,1	11,2
21.	4,8	1,9	13,8	10,2
22.	6,9	— 0,2	14,7	8,7
23.	3,9	— 2,2	14,0	8,7
24.	0,1	— 1,0	13,1	9,5
25.	1,0	8,7	12,8	10,5
26.	8,0	0,9	19,3	10,0
27.	4,3	4,7	14,5	10,6
28.	5,7	2,8	15,1	11,4
29.	5,1	5,0	14,1	11,2
30.	0,9	1,0	14,1	11,0
	3,18	1,6	10,79	10,39

Die genannten Daten zeigen, daß der Termin des ersten Auftretens des Schädlings in den einzelnen Fraßgebieten gnnz verschieden ist und von den örtlichen klimatischen Verhältnissen abhängt. Diese Abhängigkeit kommt in der Türkei im Fraßgebiet von Uşak mit seinen verschiedenen klimatischen Bedingungen besonders deutlich zum Ausdruck. Nach Mitteilung der Fabrik erscheinen dort im Tal selbst die Käfer gewöhnlich um den 8. oder 9. April herum, doch verschiebt sich ausnahmweise dieser Termin je nach den Witterungsverhältnissen auch einmal weit bis in den März, zum Teil werden die ersten Käfer schon Mitte März gefunden. Andererseits treten in den kälteren Bezirken dort die Käfer erst gegen Ende April, anfangs Mai auf.

Im Jahre 1932 trat der Käfer im Tal von Uşak erst in der zweiten Aprilhälfte auf. Sucht man nach den Ursachen dieses verspäteten Erscheinens, so findet man sie beim Vergleich der Minima der Monate April 1930/1931 Die erreichten Maxima scheinen ebenso wie die Bodentemperatur erst von sekundärer Bedeutung zu sein. Es macht zwar den Eindruck, als ob eine Mindestbodentemperatur bei 9—10° C erreicht sein müßte, um dem Käfer den ersten Anstoß zum Verlassen des Winterlagers zu geben. Wahrscheinlich wird er aber, einmal in die Nähe der Oberfläche gelangt, erst lebhafter, wenn die Lufttemperatur nicht mehr unter ein bestimmtes Minimum heruntergeht.

Der Termin des ersten Auftretens hat große bekämpfungstechnische Bedeutung, und man wird einen guten Schritt vorwärts gekommen sein, wenn man auf Grund mehrjähriger Beobachtung die entscheidenden klimatischen Faktoren, von denen das Erscheinen des Schädlings dort abhängt, genau kennt.

Der Reifungsfraß.

Schon Jablonowski hat gezeigt, daß die aus dem Winterlager kommenden Käfer noch unentwickelte Ovarien haben und daher vor der Eiablage erst einen „Reifungsfraß" durchmachen müssen. Meine Untersuchungen in Uşak ergaben, daß auch dort die Ovarien noch ganz unentwickelt sind, wenn die Käfer aus dem Winterlager herauskommen. Die Tiere sind äußerst hungrig und fallen sofort über die jungen Rüben her.

Die Entwicklung der Ovarien geht ziemlich langsam vor sich und dürfte im allgemeinen mindestens 3 Wochen in Anspruch nehmen. Sie ist weitgehend abhängig von dem Umstand, ob das Weibchen genügend rasch ausreichend Nahrung vorfindet und ob die Witterung während der Monate April und Mai für den Fraß günstig ist.

Recht häufig finden sich die Käfer bereits auf den Feldern ein, wenn die Rüben noch nicht gekeimt sind. So fand man z. B. in Banaz bei Uşak am 30. April 1933 auf einem Feld pro Quadratmeter durchschnittlich 3 bis 4 Käfer, die Rüben waren dagegen noch nicht gekeimt. Umgekehrt lagen die Verhältnisse in dem nicht weit entfernten Sinçan Paşa, von wo der

Beamte meldete, daß am 27. April die Käfer noch nicht zu finden waren und wohl erst Anfang Mai zu erwarten seien.

Die Nahrungsmenge, die der Käfer vor der Eiablage verzehrt, ist enorm. Genauere Daten liegen bislang noch nicht vor, doch zeigen die schweren Schäden, die selbst bei 2—3 Käfern pro Quadratmeter schon zu Kahlfraß führen können, daß die Nahrungsmenge außerordentlich groß sein muß.

Die Begattung.

Das mehrfach in der Literatur erwähnte frühere Erscheinen der Männchen, die an der Ausbuchtung an der Unterseite des hintersten Segmentes leicht zu erkennen sind, kann ich auch für die Türkei bestätigen. Die Begattung findet nicht sofort nach dem Schlüpfen aus dem Winterlager statt, sondern auch die Männchen müssen zuerst Nahrung aufnehmen. Die Begattung, bei der die Tiere äußerst lebhaft sind, findet nur an warmen, sonnigen Tagen statt, gewöhnlich in den Mittagsstunden. Das Männchen umfaßt dabei das Weibchen von oben her, indem es seine Vorderbeine um das Weibchen, zwischen dessen Vorder- und Mittelfemur herumschlingt, während sein nächstes Beinpaar das Weibchen zwischen dessen 2. und 3. Beinpaar umgreifen. Dann schiebt das Männchen sein Abdomen unter das des Weibchens und führt den Penis in die Genitalöffnung ein. In Abständen von 10—20 Sekunden erfolgt darauf rhythmisches Auf- und Zuklappen des männlichen Abdomens. Der Penis wird häufig wiederholt herausgenommen und wieder eingeführt. Mehrere Pärchen, die ich am 20. April 1932 beobachtete, blieben 50 Minuten bis längstens 3 Stunden in Copula. Bald nach der Begattung sterben die Männchen ab und kommen für weitere schwere Feldbeschädigungen nicht mehr in Betracht.

Eiablage und Larvenentwicklung.

Soweit ich im Feld beobachten konnte, werden die ersten Eier in Uşak von den Weibchen von der ersten Maiwoche ab abgelegt. Die Zeit der ersten Eiablage ist weitgehend abhängig von den Witterungsverhältnissen, da die Käfer nur bei heißem, sonnigem und trockenem Wetter freßlustig sind und überhaupt erst lebhafter werden, wenn die Temperaturen 17° übersteigen. Daher kommt es, daß der Termin der ersten Eiablage von Jahr zu Jahr starken Schwankungen unterworfen sein kann.

Wie von allen Beobachtern angegeben wird, legen die Weibchen ihre Eier in kleinen Portionen, täglich etwa 3—5 Stück ab, und zwar etwa 3—4 cm tief in den Boden. Nach den bisher vorliegenden Beobachtungen werden von dem Weibchen etwa 70—80 Eier abgelegt, woraus folgt, daß sich die Zeit der Eiablage mehrere Wochen hinzieht. 10 Weibchen legten mir in Petrischalen vom 8. bis 25. Mai zusammen 764 Eier ab, von denen ich 634 Larven erhielt = 83%. Die Untersuchung der Weibchen ergab, daß sie noch legereife Eier in den Ovarien hatten, so daß angenommen

werden kann, daß sie draußen unter günstigen Verhältnissen vielleicht eine größere Zahl von Eiern abgelegt hätten. Ich habe während meiner kurzen Anwesenheit in Uşak nur einmal ein Weibchen bei der Eiablage draußen gefunden, kann also nicht angeben, wie groß unter natürlichen Bedingungen die Zahl der abgelegten Eier ist.

Die Larven schlüpfen nach 3 Tagen aus den Eiern aus. Die Larvenentwicklung konnte ich experimentell nicht verfolgen, doch fand ich die ersten erwachsenen Larven in Uşak Anfang Juli, so daß unter den dortigen Verhältnissen die Larvenentwicklung ca. 6 Wochen in Anspruch zu nehmen scheint. Infolge des zeitlich verschiedenen Hervorkommens der Käfer aus den Winterlagern und der lang ausgedehnten Ablegezeit der Eier, findet man an den Rüben gewöhnlich gleichzeitig Larven der verschiedenen Stadien nebeneinander vor.

Auch über die Zeit und die Dauer der Verpuppung kann ich aus eigenen Feldbeobachtungen nur wenig angeben, da ich zu dieser Zeit nur vorübergehend im Fraßgebiet weilen konnte.

Im Jahre 1932 waren am 29. Juli die meisten Larven erwachsen und standen kurz vor der Verpuppung, auch einzelne Puppen waren schon zu finden. In Ungarn beginnt nach Jablonowski die Verpuppung in der zweiten Julihälfte, Grob teilt, ebenfalls aus Ungarn mit, daß dort schon am 18. Juli die ersten Jungkäfer auftraten, und nach Rosypal sind in der Tschechoslowakei die Larven erst Ende August erwachsen. Daß die einzelnen Klimagebiete verschiedene Entwicklungsgeschwindigkeiten zeigen, ist natürlich, und wahrscheinlich sind, wenigstens kann dies aus den Beobachtungen in der Türkei geschlossen werden, auch innerhalb desselben Gebietes die Entwicklungszeiten je nach der Lage der starken Schwankungen unterworfen. Vielleicht sind auch auf solche Beobachtungen die Mitteilungen vom „Überliegen", die sich zerstreut finden, zurückzuführen.

Die Jungkäfer sind etwa 3 Wochen nach der Verpuppung entwickelt und bleiben bis zum kommenden Frühjahr im Boden. Dies ist um so auffälliger, als in den verschiedenen Fraßgebieten das Jungkäferstadium zu ganz verschiedenen Zeiten erreicht wird. Es ist leicht verständlich, daß der Käfer in den Gegenden im Boden bleibt, in dem seine Entwicklung erst im Herbst abgeschlossen ist, denn zur Zeit der Rübenernte ist dort die Witterung bereits regnerisch und naßkalt. Anders in den warmen Ländern, etwa in der Türkei, wo der Käfer bereits im August, zur Zeit der Rübenernte, also fast in der wärmsten Jahreszeit seine Entwicklung erreicht hat. Was den Käfer veranlaßt, unter diesen Verhältnissen im Boden zu bleiben, wissen wir nicht. Ist es das Ende der Vegetationszeit?

Das Überliegen.

Mehrfach wird in der Literatur, u. a. schon von Jablonowski davon gesprochen, daß es möglich ist, daß der Käfer sich langsamer entwickelt und erst im übernächsten Jahr sein Winterlager verläßt. Auch neuer-

dings finden sich wieder einige Angaben darüber vor, doch ist die Frage des Überliegens noch nicht geklärt. Nach den Beobachtungen in der Türkei scheint es dort nur, falls es überhaupt unter normalen Verhältnissen vorkommt, eine Ausnahme zu bilden. Es läßt sich denken, daß in kalten Gegenden, etwa in Sibirien in ungünstigen Jahren das Überliegen von Käfern in größerer Menge die Regel bildet.

Die Überwinterung.

Bothynoderes überwintert im Boden in einer Tiefe von 20—60 cm. Zur Festsetzung der Befallsmenge und der Tiefe, in der die meisten Käfer überwintern, ließ ich im Fraßgebiet der Zuckerfabrik Usak an einer Anzahl von Stellen die Erde von je einem Ar auf die Tiefe von 60 cm durchsieben. Dabei ergaben sich die folgenden mir von der Zuckerfabrik Usak freundlichst zur Verfügung gestellten Daten.

		Lebende Käfer	Tote Käfer	Alte Käfer	Verpilzte Larven	Verpilzte Puppen
Çayaarlik . . .	0—20	194	4	2	0	1
	20—40	688	31	4	6	0
	40—60	317	14	8	1	0
	Zusammen:	1199	49	14	7	1
Kilçan Köyu .	0—20	5	4	0	0	0
	20—40	7	1	4	0	0
	40—60	0	0	0	0	0
	Zusammen:	12	4	4	0	0
Ova mevkii . .	0—20	110	2	1	0	0
	20—40	5	0	1	0	0
	40—60	0	0	0	0	0
	Zusammen:	115	2	2	0	0
Boskuş Erikdibi	0—20	118	9	16	0	0
	20—40	214	19	0	0	0
	40—60	83	9	3	0	0
	Zusammen:	415	37	19	0	0
Güçer kiri . .	0—20	82	9	2	0	0
	20—40	64	2	7	2	0
	40—60	39	3	6	0	0
	Zusammen:	185	14	24	2	0
Sehir olu . . .	0—20	40	2	1	1	0
	20—40	88	4	3	0	0
	40—60	79	5	4	0	0
	Zusammen:	207	11	8	1	1

Im Dorf Akse ist an der untersuchten Stelle der Boden in den ersten 20 cm Tiefen leicht und grau, in den folgenden 20 cm fester, sandig und tonig. Die Käfer wurden zum größten Teil in der zweiten Schicht gefunden. In der dritten Schicht ist der Boden

noch fester. Die Permeabilität ist mittelmäßig. Der Boden ist sehr trocken. Die Feuchtigkeit beginnt zur Zeit der Zählung erst in 20 cm Tiefe. Der Grundwasserstand auf diesem befallenen Feld war 6—8 m.

Auf dem Feld des Bezirkes Kilcan, wo keine Käfer gefunden wurden, ist der Boden fest, tonig, von geringer Durchlässigkeit und großer Resistenz. Die Bodenfeuchtigkeit beginnt erst in 60 cm Tiefe. Der Grundwasserstand blieb ebenfalls zwischen 6 und 8 m Tiefe.

In Boskuş erik dibi ist der Boden in allen Teilen sandig, tonig. Die Durchlässigkeit, Resistenz und Festigkeit mittelmäßig. Die Feuchtigkeit beginnt in 20—40 cm Tiefe. Der Grundwasserstand befindet sich in 3—4 m. Weitere Angaben, aus Gedikler zeigen ebenfalls die Hauptmengen der überwinterten Käfer in 20—40 cm, während weiter unten nur wenige gefunden werden. Dasselbe gilt von den untersuchten Feldern von Oturak, Gerenlik und Alaba.

Das Gebiet von Oturak ist stark hügelig, ziemlich feucht. Die Felder liegen vielfach in Tälern verstreut und haben viel weniger unter Bothynoderesfraß zu leiden wie die anderen Bezirke. Bei einer ganz feuchten Stelle im Gebiet Uşak selbst wird von einem Feld berichtet, welches schon in 20 cm Tiefen sehr feucht und kiesig ist und im Jahre 1932 des Schädlings wegen keine Ernte erzielt hatte, daß in 100 qm nur 7 überwinternde Käfer gefunden wurden.

Diese Angaben mögen genügen. Aus allen mir zugängig gemachten Mitteilungen kann der Schluß gezogen werden, daß auch in Uşak der Käfer im wesentlichen zwischen 20 und 40 cm Tiefe überwintert, und zwar besonders an mäßig feuchten und festen Stellen, wo sie oft zu mehreren zusammenliegen. Besonders hohe Befallszahlen zeigen die Felder in der Nähe der Zuckerfabrik Uşak, wo 2017 Käfer auf 100 qm, also pro Quadratmeter über 20 Käfer gefunden wurden. Aus dem Gesagten geht gleichzeitig hervor, daß die Zahl der toten und verpilzten Käfer außerordentlich gering ist und daß die Verpilzung während der Überwinterung praktisch keine Rolle für die Vernichtung des Käfers spielt. Auch die Mortalität aus anderen Ursachen ist äußerst gering, so daß praktisch alle Käfer, die einmal bis zur Überwinterung gelangt sind, als Schädlinge für das kommende Jahr angesehen werden müssen.

Jablonowski hält die Bodenbeschaffenheit für den Bothynoderesbefall entscheidend: „In einem trockenen, lockeren und sich leicht erwärmenden Boden gibt es viele Käfer, während in einem gebundenen, schweren und kalten Boden, wenn solcher im Herbst noch feucht ist, nur wenig gefunden werden."

Wie im Folgenden gezeigt werden wird, kann die Bodenbeschaffenheit wohl örtlich eine entscheidende Rolle spielen, für die allgemeine Epidemiologie des *Bothynoderes punctiventris* ist sie nur von sekundärer Bedeutung.

Feinde, Krankheiten und Parasiten.

Die Vögel sind in der Türkei zur Vernichtung der Massenvermehrungen der Schädlinge von ganz untergeordneter Bedeutung. Die Krähen kommen zur Vernichtung des Rübenrüsselkäfers nicht in Betracht. Infolge des großen Reichtums des Landes an Raubvögeln und dem Mangel an Busch-

werk und Wäldern ist die Zahl der Insektenfresser ziemlich gering. Überall sieht man zwar an den Disteln und Dornen lange Reihen von Raupen oder Weichkäfern durch den großen und kleinen Würger aufgespießt, aber natürlich fehlen unter ihnen die hart gepanzerten Rüsselkäfer. Spitzmäuse und Maulwürfe sind selten und kommen jedenfalls zurzeit für die Vertilgung des Rübenrüßlers nicht in Frage. Unter den Insekten hat vielleicht *Hister fimetarius* Hbst. eine gewisse Bedeutung, da seine Larve den Eiern und Larven nachstellt. Große Laufkäferarten sieht man auf den Rübenfeldern ziemlich selten.

Jablonowski hat eine Reihe von bakteriellen Erkrankungen angegeben, denen die Larven und Eier zum Opfer fallen können. Für sie gilt dasselbe, wie für die Pilze, daß sie nur in feuchten Lagen eine größere Bedeutung erlangen können. Spontane Infektionen kommen gelegentlich vor und können dann wohl auch unter günstigen Verhältnissen zu einem Massensterben führen. Für die praktische Anwendung der Insektenpilze, bei der Bekämpfung des Rübenrüsselkäfers, fehlen uns alle Grundlagen über das Zusammenwirken der Faktoren bei Pilz und Schädling, die zur Infektion und zur Entstehung einer Seuche führen. In dem meist trockenen, krümeligen Steppenboden der Türkei fehlen alle Voraussetzungen für das Gedeihen der Pilze unter natürlichen Verhältnissen im Sommer, wie man aus der Seltenheit der Funde verpilzter Rüsselkäfer oder verpilzter Larven ersieht.

Man kann somit, zumal auch keine Tachinen oder Ichneumonen bisher gefunden wurden, sagen, daß natürliche Feinde oder Krankheiten in der Türkei zur Verhinderung der Massenvermehrung des Rübenrüsselkäfers fast völlig fehlen.

Der Schaden.

Der Rübenrüsselkäfer schadet als Käfer und als Larve.

Die Zuckerfabrik Uşak berechnete 1932 den mutmaßlichen Schaden, den sie durch den Käfer, ohne Berücksichtigung des Larvenstadiums erlitten hatte, auf etwa 20 000 Lts. = 40 000 Rm. Die Zuckerfabrik Alpullu muß fast jedes Jahr große Flächen umpflügen lassen, und die Schäden in der Türkei entsprechen durchaus den aus anderen Ländern bekannten. Aus Ungarn teilt Bela Grob mit, daß dort im Jahre 1928 allein im Gebiet einer Zuckerfabrik der Verlust sich auf 80 000 t Zuckerrüben beziffert, was etwa dem Verlust von 12 000 t Zucker entspricht!

Der Schaden ist deshalb so bedeutend, weil der Käfer, ähnlich wie der Aaskäfer, die Rüben kurz nach dem Keimen bis auf den Stiel abweidet und weil die Fraßperiode verhältnismäßig lang ist.

Der Fraß der Larven, die die Rüben selbst befressen, wird wohl im allgemeinen unterschätzt. Schon bei wenigen Larven pro Zuckerrübe wird das Wachstum der Rübe gehemmt, und der Zuckeransatz vermindert. Die Rüben aus stärker mit Larven besetzten

Feldern zeigen durchweg oft erheblich geringeres Gewicht und es wird gut sein, sich bei künftigen Untersuchungen auch dieser Seite der Schädigung zuzuwenden.

Die Bekämpfung.

Vorbereitungen zur technischen Bekämpfung.

Die erste Vorbereitung zur technischen Bekämpfung ist die Feststellung des Befalles und die sich aus der hierdurch ergebenden Gefährdung des Bestands zu errechnende Wirtschaftlichkeit der Bekämpfungsmethoden. Bei der Begutachtung der Befallsfeststellung müssen 2 Punkte ins Auge gefaßt werden, nämlich 1. die direkten Folgen für die Felder des laufenden Jahres, 2. die indirekten Folgen durch Zurückdämmen der Vermehrungsmöglichkeit und die dadurch etwa erzielte Vorbeugung für das kommende Jahr. Die Untersuchungen über den mutmaßlichen Befall werden bereits im Herbst auf den alten Rübenfeldern durchgeführt, in denen die Käfer überwintern. Es wurde schon gesagt, daß dabei bis über 2000 Käfer pro Ar gefunden wurden, und zwar auf Flächen, auf denen vorher etwa 2—3 Käfer pro Quadratmeter = 200—300 pro Ar festgestellt wurden. Setzt man voraus, wie es im allgemeinen der Fall zu sein scheint, daß die Hälfte davon Weibchen, die andere Hälfte Männchen waren, so würde sich daraus ergeben, daß 150 Weibchen etwa 2100 überwinternde Käfer liefern können. Dies scheint zunächst viel, ist jedoch unter Berücksichtigung der Eimengen, die die Weibchen ablegen, ziemlich wenig, denn es geht daraus hervor, daß nur etwa 16 % der abgelegten Eier bis zum Imaginalstadium durchkommen, während die anderen verschwinden. Zum Teil mögen wohl bereits die Eier, die gegen Austrocknung ziemlich empfindlich sind, vertrocknen, so bald sie in nicht genügender Tiefe abgelegt wurden, oder sie gehen bei der Hacke zugrunde, vielfach mögen auch die jungen Larven keine genügende Nahrung finden. Immerhin zeigen die genannten Zahlen, daß die Vermehrung recht erheblich ist, und man kann, da die Erfahrung zeigt, daß 4 Käfer pro Quadratmeter in den ersten Tagen der keimenden Rüben bereits Kahlfraß hervorrufen können, annehmen, daß sich von Jahr zu Jahr in einem neuen Befallsgebiet die befallene Fläche etwa vervierfacht, wenn man nur die Verbreitung von den bereits befallenen Flächen her berücksichtigt. Diese Überlegungen stimmen mit den mir von den Herren der Zuckerfabrik Uşak gemachten Mitteilungen ziemlich genau überein. Wir können also annehmen, daß 2 Käfer etwa 0,5 qm Keimpflanzen abweiden, und sich dann auf etwa 14 Käfer im nächsten Jahr vermehren. Daraus ergibt sich, daß der Schaden, der durch ein Käferpaar entstehen kann, für das laufende und kommende Jahr zusammen etwa $3\,^1/_2$ qm Rübenfläche entspricht. Ohne dabei den Larvenschaden durch Substanz- und Zuckerverlust zu rechnen. Diese Hinweise zeigen, daß der einzelne Käfer einen verhältnismäßig hohen Schädigungsindex hat und man kommt unter Berücksichtigung

der Ernteergebnisse und der mutmaßlichen Schädigung zu einer grundlegenden Berechnung der wirtschaftlich tragbaren Bekämpfungskosten. Ich will an dieser Stelle auf diese Dinge nicht weiter eingehen, aber sie zeigen, wie notwendig es ist, den Schädigungsindex, also den vom Einzeltier angerichteten Schaden zu kennen, da wir nur auf diese Weise unter Berücksichtigung der Bekämpfungserfolge und der Ernte, die Wirtschaftlichkeit einer Bekämpfung genau feststellen können.

Bekämpfung durch Kulturverfahren.

Den Habitus und den Wachstumsrhythmus einer Pflanze können wir innerhalb eines Bestandes durch Änderungen der Düngung, der Saatzeit, der Pflanzweite und der Vorfrucht etwas beeinflussen und dadurch vielleicht da und dort solche Änderungen im Mikroklima eines Bestandes hervorrufen, daß es für die Biologie eines Schädlings nachteilig wird. Bei der Zuckerrübe können wir aus wirtschaftlichen Gründen die Pflanzweite kaum ändern, und wir können im wesentlichen nur versuchen, durch Regelung der Saatzeit oder besondere Düngung, die Pflanze so weit zu fördern, bezw. zurückzuhalten, daß sie einem Schädling weniger ausgesetzt ist.

Die Saatzeit.

Negrash berichtet von Südrußland, daß dort in normalen Jahren die Saat, die vor dem 1. oder nach dem 15. Mai gesät wird, durch *Bothynoderes* weniger beschädigt wird als die Flächen, die zwischen dem 1. und 15. Mai gedrillt wurden, weil dann das Auflaufen der Pflanzen mit dem Massenauftreten der Käfer zusammenfällt. Wenn aber starker Massenbefall eintritt, so konnte auch Frühsaat vor den Käfern nicht nützen und schafft im Gegenteil gute Ernährungsbedingungen für die Käfer und daher gute Entwicklungsmöglichkeiten für eine Massenvermehrung des folgenden Jahres.

Diese und ähnliche Daten können natürlich nicht ohne weiteres auf die übrigen Anbaugebiete übertragen werden, denn sie sind weitgehend klimatisch bedingt. Nach meinen Beobachtungen und den mir zugänglich gewordenen Mitteilungen erscheint alljährlich der Rüsselkäfer etwa gleichzeitig mit den auflaufenden Rüben, also etwa Anfang April, nur ausnahmsweise wurde der Käfer auch schon früher beobachtet. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß das jeweilige Auftreten der Käfer weitgehend von den Witterungserscheinungen des Jahrganges abhängt, und es ist eine alte Erfahrung der Rübenbauer, daß bei ungünstigen Witterungsverhältnissen die Rübenknäuel lange im Boden liegen bleiben, bis sie bei Eintreten wärmeren Wetters keimen. Sät man die Rübe früher, so erhofft man, wie beim Aaskäfer, daß die Rübe beim Befallen schon so weit gekräftigt ist, daß sie den Fraß leichter übersteht, während man bei Spätsaat annimmt, daß die Käfer, die etwa schon aus den Winterquartieren hervorgekommen sind, vor dem Auflaufen der Rüben abwanderten. Im ungünstigen Falle

kommt es bei der Spätsaat dahin, daß die auf dem noch kahlen Feld nach Nahrung suchenden Käfer gewissermaßen auf die keimenden Zuckerrübenpflanzen warten. Ist die Witterung ungünstig, bleiben die Rüben und auch der Rüsselkäfer im Boden, in den meisten Fällen aber trifft die Keimung und das Erscheinen der Käfer zeitlich zusammen.

Im Gebiet von Uşak ist besonders in den höheren Lagen die Saatzeit außerordentlich beschränkt, da Frühsaaten sehr stark unter den häufigen Nachtfrösten zu leiden haben. Andererseits führen Spätsaaten häufig zu mangelhaftem Ertrag.

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Entfernung des Rübenfeldes vom Überwinterungsherd. Je weiter die beiden Flächen auseinander liegen, um so längere Zeit kann verstreichen, bis die Käfer auf das Feld gelangen und bekanntlich spielt in dieser Zeit der Rübenentwicklung der Zeitraum eines Tages eine große Rolle.

Allgemein kann weder Frühsaat noch Spätsaat zur Verminderung des Schadens durch den Rübenrüsselkäfer empfohlen werden, da beide zu sehr von den örtlichen klimatischen Verhältnissen abhängen.

Fangpflanzenverfahren.

Beim Fangpflanzenverfahren hat schon Jablonowski hingewiesen, daß dasselbe nur bei gleichzeitiger Vergiftung der Pflanzen Erfolg haben kann und nur dann, wenn die Saat nicht durch ungünstige klimatische Bedingungen im Boden zurückgehalten wird. Im übrigen ist das Fangpflanzenverfahren, das neuerdings auch durch Negrash empfohlen wird, nur als Notbehelf zu betrachten. Für die Verhältnisse in der Türkei kommt es wegen der oben schon erwähnten kurzen Saatperiode nicht in Betracht.

Das Vereinzeln.

Ebenso wie beim Aaskäferbefall ist auch bei *Bothynoderes punct.* der Zeitpunkt des Vereinzelns sehr wichtig. Vereinzelt man zu früh, so fallen die Käfer über den Restbestand her und vernichten ihn um so rascher.

In Befallsgebieten muß daher die Vereinzelung so lange wie nur möglich hinausgeschoben werden.

Vorfrucht und Fruchtwechsel.

In den gefährdeten Gegenden muß unter anderem streng vermieden werden, auf ein und denselben Flächen mehrmals hintereinander Zuckerrüben anzubauen, was ja schon zur Vermeidung des Nematodenbefalls verhindert werden muß. Der einfache Fruchtwechsel Rüben — Getreide — Rüben, wie er im Zuckerrübengebiet in Uşak bis vor kurzem ausnahmslos Sitte war, muß einem mindestens 3jährigen Umtrieb Platz machen. Dann ist zu erwarten, daß die Massenvermehrung des Rübenrüsselkäfers nicht in derselben Weise wie bisher fortschreitet.

Düngung.

Die Düngung der Felder spielt in der Türkei bisher fast gar keine Rolle, denn der Dung wird sorgfältig für den Winter zu Feuerungszwecken aufbewahrt und künstlicher Dünger ist zu teuer. Da nicht fehlender Dünger, sondern das Wasser der Hauptfaktor ist, der das Wachstum der Rüben in der Türkei regelt, kann von der Anwendung von Dünger ein Einfluß auf die Gradation des *Bothynoderes* nicht erwartet werden, es sei denn, daß Jahre lang in den Boden gebrachter Stallmist die Bodenbeschaffenheit und die Wasserkapazität des Bodens so beeinflußt, daß für die Überwinterung und die Larvenentwicklung ungünstige Verhältnisse entstehen.

Damit sind die ackerbaulichen Methoden, die den Schädling irgendwie beeinflussen können, erschöpft, und man darf von ihnen keinen wesentlichen Einfluß auf die Massenvermehrung erwarten.

Mechanische Verfahren.

Das Sammeln der Käfer wird in allen Schadgebieten viel geübt, und es werden oft in wenigen Tagen, günstiges Wetter vorausgesetzt, sehr große Mengen abgeliefert, trotzdem der Käfer durch seine Schutzfärbung und die Schreckstarre leicht zu übersehen ist. Man kann entweder auf den alten Rübenfeldern sammeln lassen, falls sie frei sind, ehe die Käfer vom Feld abgezogen sind, oder auf dem neuen Feld, an den jungen Pflänzchen. Im Gebiet der Zuckerfabrik Uşak wird vielfach gesammelt, teils im Tagelohn, teils im Akkord. Wenn das Sammeln wirklich guten Erfolg haben soll, muß es so lange fortgesetzt werden, bis die Rüben aus dem am meisten gefährdeten Alter heraus sind, also bis sie etwa 6 bis 8 Blättchen haben, denn die Nachschübe von weiter entfernten Herden, oder von in größeren Tiefen überwinterten Käfern dauern oft lange an. Bei genügendem Einsatz von Leuten kann man auch bei starkem Befall allein durch das Sammeln recht gute Erfolge haben, wie mir die Beobachtungen auf einer Anzahl von stark befallenen Feldern im Uşak zeigten.

Hühnereintrieb. Vom Eintrieb von Truthühnern, das Jablonowski empfohlen hat, kann man sich unter der Berücksichtigung der Verhältnisse in der Türkei keine Erfolge versprechen. Die Felder liegen zum Teil sehr weit ab, und die von Jablonowski für notwendig erachtete Kornfütterung sowie die Trinkwasserversorgung der Hühner dürften dort auf Schwierigkeiten stoßen.

Fanglöcher und Fanggräben.

Ein altes Bekämpfungsverfahren ist das Ziehen von Fanggräben um die bedrohten Felder, das ja früher auch gegen den Aaskäfer empfohlen wurde. Auch die Fanggräben kann man entweder um die alten Rübenfelder ziehen, um die Abwanderung zu verhindern, oder um die neuen. Über die Wirksamkeit der Fanggräben sind die Ansichten geteilt. Voraussetzung für ihre Anwendung ist zunächst, daß die Felder nicht zu klein

parzelliert sind, ferner muß die Bodenbeschaffenheit die Haltbarkeit der gezogenen Gräben ermöglichen. In den weitaus meisten Fällen, und zwar gerade in den am meisten gefährdeten Trockengebieten von Uşak ist die Erde so krümelig, sandig und trocken, daß die Gräben schon kurz nach dem Ziehen zusammenfallen, und der Schädling das Feld leicht erreicht. Fanggräben könnten im Gebiet von Uşak nur auf weniger gefährdeten Feldern gezogen werden, und dort dürfte sich dann das Sammeln als billiger erweisen.

Voraussetzung für die Wirksamkeit der Fanggräben ist, daß der Käfer nicht, oder wenigstens nur in Ausnahmefällen, fliegt. Allein *Bothynoderes* fliegt bei sonnigem Wetter in den heißen Mittagsstunden gar nicht selten und ich habe oft gesehen, wie die Käfer in der prallen Mittagssonne aus den da oder dort gezogenen Gräben aufflogen und in die angrenzenden Felder einfielen.

Man hatte in Uşak auch schon daran gedacht, besonders stark befallene Überwinterungsfelder vor der Auswanderung der Käfer, ähnlich wie es zur Bekämpfung der Hüpfer der Heuschrecken geschieht, mit Zinkblechstreifen zu umgeben und die Käfer in ausgehobene Gruben zu leiten. Das läßt sich natürlich gegen die doch ziemlich langsam wandernden Käfer nicht in derselben Weise durchführen, wie gegen die schnell wandernden Heuschreckenscharen und dürfte auch viel zu teuer werden.

Grinberg hat (1932) empfohlen, um die Pflanzen herum Löcher in den Boden zu stoßen, um den Käfer in diesen abzufangen. Auch wir versuchten im Jahre 1932 in Uşak dieselbe Methode, die auch schon von Jablonowski erwähnt wird, und beabsichtigten zuerst, pro Quadratmeter 8 Löcher zu bohren. Es ergab sich jedoch, daß das Verfahren viel zu teuer ist und man sprach wohl mit Recht die Befürchtung aus, daß die Durchlöcherung des Bodens eine weitere Austrocknung der an sich schon wasserarmen Böden zur Folge haben werde, und die Rüben erheblich schädigen müsse. Die Fabrik berechnete die Kosten, die dieses Verfahren auf der für die Behandlung in Betracht kommenden Fläche von 7312 = 731 ha Dönüm verursachen würde, auf 44 968 Lts., rund 90 000 M! Wie auch Grinberg meint, kann dieses Verfahren auf größeren Flächen nicht zur Anwendung kommen.

Die Chemischen Bekämpfungsmethoden.

1. Kontaktgifte.

Nach Angabe von Grinberg (l. c.) wurden mit einem nicht näher genannten Kontaktgift bei Versuchen gute Erfolge erzielt. Ich habe Versuche mit Pyrethrum, Pyrethrumextrakten und Derris durchgeführt, ohne selbst im Kleinversuch befriedigende Erfolge zu erzielen. Abgesehen von der Bothynoderesbekämpfung sollte Pyrethrum in der Türkei in der Schädlingsbekämpfung eine große Rolle spielen, da die Pflanze mit Leichtigkeit angebaut werden und den Bedarf des Landes an Kontaktgiften decken könnte.

2. Das Chlorbarium.

Bariumchlorid ist gegen den Rübenrüßler das älteste Bekämpfungsmittel. Vielleicht hängt es damit zusammen, daß es so große Schwierigkeiten macht, das Mittel durch ein anderes zu verdrängen, trotzdem die Erfolge, die mit $BaCl_2$ erzielt werden, nicht eben sehr günstig sind. Die Angaben in der Literatur gehen auseinander, und auch die Praktiker urteilen sehr verschieden. Grinberg gibt an, daß $BaCl_2$ unwirksam war, Sinitzkii, Shekera und Levkovetza hatten gute Erfolge zu verzeichnen, bemerken aber, daß die Käfer auf den mit Bariumchlorid behandelten Pflanzen oft noch lange Zeit fressen, und noch ganze Pflanzen zerstören.

Meine Laboratoriums- und Feldversuche ergaben, daß mit Chlorbarium — ähnlich wie ich es auch bei anderen Schädlingen fand — nur eine geringe Mortalität innerhalb kurzer Zeit zu erzielen war.

Von 100 Käfern, die ich täglich mit frischen, neubespritzten (2prozent. Lösung) jungen Blättern fütterte, starben innerhalb von 24 Stunden nur 21! Die übrigen lebten zum Teil weiter und einige kamen bis zur Eiablage. Von den übrigen 79 starben noch innerhalb von 10 Tagen 36 = 45 %, während 43 % überlebten. Nach diesem Versuch könnte man schließen, daß auf einen Teil der Käfer das Gift akut wirkt, bei einem zweiten sind vielleicht größere Giftmengen nötig, oder das aufgenommene Gift wirkt langsamer, während der dritte Teil resistent war. Worauf ist die Resistenz zurückzuführen?

Die weitere Klärung der Wirkung von Chlorbarium scheint mir bei dessen noch vielfacher Anwendung äußerst wichtig, denn wenn es sich zeigen sollte, daß immer ein verhältnismäßig hoher Anteil der Tiere die Vergiftung übersteht, wird man annehmen müssen, daß in den Gegenden der ausschließlichen Anwendung von Chlorbarium resistentere Stämme herangezüchtet werden.

Die Bekämpfungen, die in Uşak mit Clorbarium in den letzten Jahren durchgeführt wurden, haben ebenfalls keine befriedigenden Ergebnisse gehabt.

3. Arsenverbindungen.

Trotzdem schon Jablonowski die ausgezeichnete Wirkung von Parisergrün bezw. Schweinfurtergrün hervorhebt, werden Arsenverbindungen noch immer nicht in dem Maß angewandt, wie es zweckmäßig wäre. Insbesondere ist hervorzuheben, daß die Giftwirkung rascher eintritt, als bei Bariumchlorid, und es kommt gerade bei den Jungpflanzenfressern auf rascheste Wirkung an! Die Resultate mit Arsenmitteln scheinen auch noch nicht überall zu befriedigen, denn die Wirkung tritt auch bei den Arsenverbindungen noch nicht rasch genug ein. Der Zuckerrübenbau braucht gegen die Keimpflanzenfresser Mittel, die das Tier veranlassen, in kurzer Zeit mit dem Fressen aufzuhören, und in dieser Zeit muß dann die letale Dosis bereits aufgenommen sein. Gegen den Aaskäfer besitzen wir derartige Mittel in den Köderpräparaten, gegen den Rübenrüsselkäfer sind die verschiedenen Mittel noch mancher Besserung bedürftig. Bei Feldversuchen mit Schweinfurtergrün erhielt ich in Uşak innerhalb 24 Stunden

bei 0,4 Uraniagrün, 0,6 Kalk und 0,5 Melasse eine Mortalität von 40 %, wohl erheblich mehr, als mit Chlorbarium, aber die Wirkung ist noch nicht befriedigend. Höhere Dosierungen führten zu stärkeren Blattverbrennungen, und gleichzeitig zu geringerer Wirkung, vielleicht ebenfalls, wie Rukavishnicov meint, infolge der abschreckenden Wirkung der hohen Arsenkonzentration.

In solchen Trockengebieten wie der Türkei haben alle Spritzmittel den sehr schwerwiegenden Nachteil des großen Wasserverbrauchs und Wassertransportes, der bei den schlechten Wegverhältnissen und den großen Entfernungen dort doppelt ins Gewicht fällt.

Bestäubungsmittel müssen in der Türkei eine besonders hohe Haftfähigkeit haben, da während der Zeit der Anwendung gegen den Rübenrüsselkäfer meist die Luft ziemlich bewegt ist. Versuche mit Esturmit haben bis jetzt gegen den Bothynoderes verhältnismäßig gute Resultate ergeben; vielfach wird Calciumarsenit in Rußland angewandt, das entweder mit dem Handzerstäuber bezw. Glaubesack oder vom Flugzeug aus zur Anwendung gegen den *Bothynoderes* kommt. Nach Rukavishnikov, wurde bei Flugzeugbestäubung im Durchschnitt 20—25 %, mit dem Handzerstäuber 30—40 % Mortalität erzielt.

4. Fluorverbindungen.

Nach Sinitzkii, Shekera und Levkovetza sind die Fluoride, speziell Natriumfluorid und Natriumsilicofluorid, in ihrer Wirkung dem Bariumchlorid ähnlich, doch bedeutend schwächer. Sie stellten fest, daß Tiere, die mit Fluorsalzen behandelte Blätter fressen, nach 20—60 Minuten mit dem Fressen aufhörten. Die höchste Mortalität erreichten sie mit 0,7 %. (Natriumsilicofluorid löst sich bei 17,5° C zu 0,65 %.)

Meine Versuche mit den beiden Salzen zeigten ebenfalls, daß die Tiere sehr bald mit dem Fressen aufhörten und sich zu Boden fallen ließen. Mit Natriumfluorid erreichte ich bei 0,6 % eine Mortalität von 28 %, mit dem weniger löslichen Silicofluorid dagegen nur 24 % innerhalb 24 Stunden, allerdings wären diese Tiere als Schädlinge nicht mehr in Betracht gekommen, da sie fast regungslos am Boden lagen. Feldversuche konnte ich mit diesen Salzen nicht durchführen.

Es lag nahe, Kombinationen zwischen Fluorverbindungen und Arsensalzen zu Versuchen heranzuziehen, mit denen ich bisher günstige Ergebnisse erzielt habe.

5. Versuche mit Kleiköder.

Versuche, den Schädling ähnlich wie den Aaskäfer zu ködern, schlugen fehl. Setzt man dem hungrigen Käfer auf Korkstückchen aufgespießte Blattstückchen, und gleichzeitig lose Blätter vor, so begibt er sich ausnahmslos sofort an die aufrecht stehende Stückchen, und läßt die anderen liegen.

Diese Versuche zeigen, daß der Käfer verlernt hat, anders, als in der gewohnten Haltung zu fressen. Darin unterscheidet sich *Bothynoderes* wesentlich vom Rübenaaskäfer, dessen Abhängigkeit von der Pflanze nicht so stark entwickelt ist. *Bothynoderes* läßt sich daher auf die bekannte Art mit Kleie nicht ködern.

Aus meinen Beobachtungen geht jedenfalls hervor, daß die Bekämpfungsverfahren noch weiter verbesserungsfähig sind, da sie nicht allen Anforderungen genügen.

Zur Epidemiologie des *Bothynoderes punctiv.* Germ.

1. Allgemeines.

Die wichtigsten Schadgebiete sind Ungarn, Rumänien, Bulgarien, Rußland, die Türkei. Ferner tritt der Schädling fast regelmäßig auf in der Tschechoslowakei, auch in Mitteldeutschland hat er sich schon bemerkbar

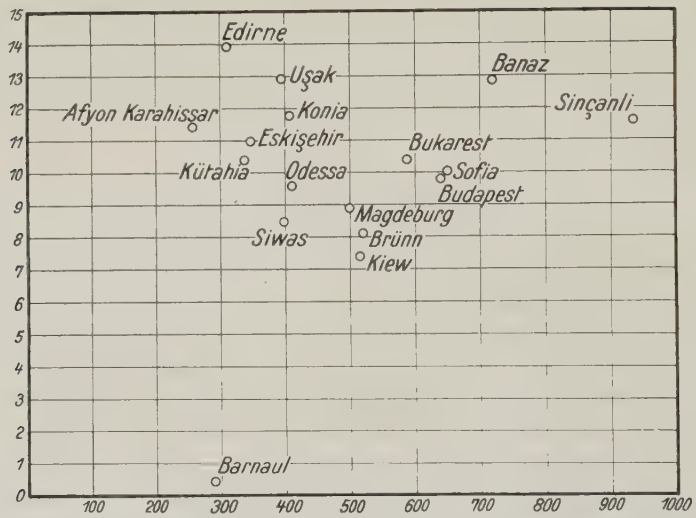


Abb. 4. Jahresmitteltemperaturen und Niederschläge von Fraßgebieten des *Bothynoderes punctiventris.*

gemacht, weiter westlich tritt er weniger auf. Im Gebiet seiner Verbreitung schädigt er die Zuckerrüben nicht in allen Anbaugegenden gleich stark, was auf verschiedenen Ursachen beruht.

Jablonowski hatte angenommen, daß es allein der Boden ist, der hierfür den Ausschlag gibt; dies ist bis zu einem gewissen Grad berechtigt, soweit es sich um örtliche Unterschiede handelt, doch liegt die Hauptursache in klimatischen Verhältnissen.

Zeichnet man, wie es auf Abb. 4 geschehen ist, die Massenvermehrungsorte in der bekannten Weise so ein, daß auf der Abszisse die Jahresniederschläge, auf der Ordinate die Jahresmitteltemperaturen eingetragen sind, so fällt zunächst die erstaunliche Eurythermie auf, da der Schädling bei so niedrigen Jahresmitteltemperaturen, wie in Barnaul (Sibirien)

Monatsmitteltemperaturen und Niederschläge verschiedener Fraßgebiete des *Bothynoderes punctiventris*.

Monat	Barnaul		Kiew		Odessa		Braila		Uşak		Magdeburg	
I	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R
I	— 16,4	14	— 6	27	— 3	20	— 5,1	38	4,2	33	— 0,4	46
II	— 16,7	12	— 4	23	— 2	28	— 1,4	21	3,0	31	+ 0,8	36
III	— 10,0	10	0	39	+ 3	20	+ 4,1	31	7,8	24	3,7	40
IV	+ 1,1	15	7,5	42	9	28	10,4	35	12,2	23	8,2	30
V	9,8	32	15	26	16	34	16,7	46	15,4	62	13,5	46
VI	15,5	40	18	61	20	58	20,6	67	20,6	30	17,0	61
VII	18,8	49	20	76	23	52	23,3	45	25,0	15	18,2	53
VIII	16,5	44	19	60	22	30	22,6	28	24,7	—	17,3	39
IX	10,5	24	14	46	17	34	17,0	27	19,4	8	14,1	76
X	2,7	26	7	48	11	30	13,4	32	13,2	87	9,1	37
XI	— 8,9	24	+ 1	38	4	38	4,3	30	8,3	28	8,0	40
XII	— 14,5	20	— 3	40	0	34	— 1,4	28	6,8	57	1,0	33

günstige Entwicklungsbedingungen findet, während er andererseits auch noch in Edirne, mit einer Jahresmitteltemperatur von 13,9° C und weiter im Süden ein gefürchteter Schädling ist (vgl. Abb. 4).

Noch eindeutiger zeigt sich die Eurythermie beim Vergleich der aus den monatlichen Mitteltemperaturen und Niederschlägen zusammengesetzten Jahreskurven, die sehr tiefe Temperaturen in Bernaul zeigen; Massenvermehrung kommt demnach zustande innerhalb monatlichen Mitteltempe-

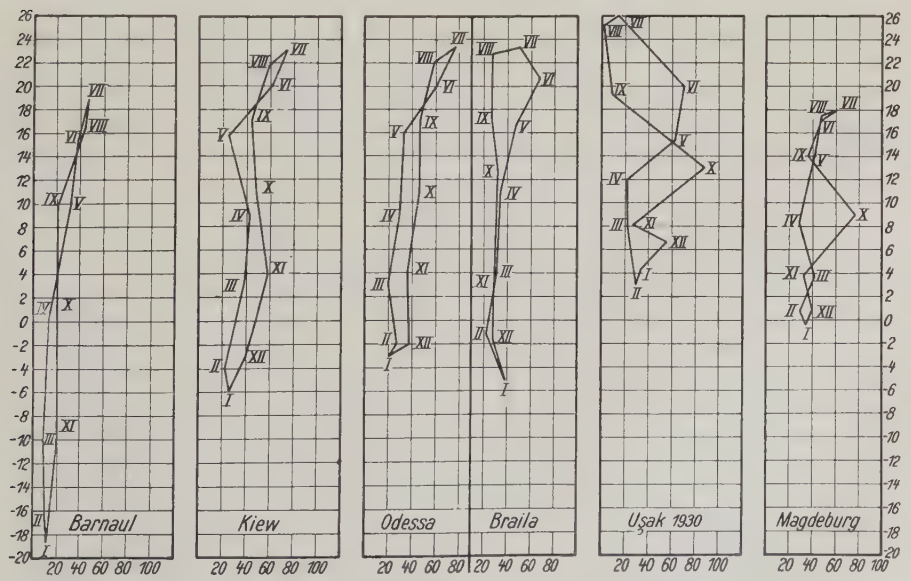


Abb. 5. Abb. 6. Abb. 7. Abb. 8. Abb. 9. Abb. 10.

Jahreskurven von Barnaul, Kiew, Odessa, Braila Uşak und Magdeburg.

raturen von — 18,5 (Bernaul) im Winter und + 25 (Uşak) im Sommer (vgl. Abb. 5 und 9).

Die Wärme kann demnach das ausschlaggebende Moment für die Massenvermehrung nicht sein.

2. Die Überwinterungsperiode.

Daß in dieser Zeit die Temperaturen keine maßgebliche Rolle spielen können, wurde bereits auseinandergesetzt. Vergleicht man die Mittel der Niederschläge während der Überwinterungs- bezw. Ruheperiode von September bis März, so zeigt sich, daß in den Fraßgebieten der Türkei Schwankungen der winterlichen Niederschläge zwischen 160 und 482 mm vorkommen, ohne daß daraus eine mehr oder minder starke Vermehrung oder Verminderung der Kalamität im folgenden Jahr gefolgt wäre. Vergleicht man die Niederschlagsmengen mit denen anderer Fraßgebiete und solcher Anbaugegenden, in denen der Schädling nicht oder nur ausnahmsweise auftritt, so zeigt sich, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, daß die mittleren winterlichen Niederschläge etwa bei uns oder in Ungarn alle innerhalb der Grenzen aus der Türkei genannten Zahlen liegen. Da *Bothynoderes* bei uns nur ausnahmsweise in Mengen vorkommt, kann die Höhe der Winterniederschläge nicht die Ursache für Massenauftreten sein, falls nicht etwa andere Momente mitwirken.

Der im Boden überwinternde Schädling wird während der ersten, noch mehr aber während der letzten Wochen der Ruheperiode durch Verpilzung bedroht. Bekannt ist, daß schon 1884 Metschnikoff und Krassitschik im Gouvernement Kiew Versuche zur Bekämpfung des Bothynoderes mit Isaria anstellten, und daß diese Versuche gute Resultate gezeigt haben, wenn sich auch in der Praxis gezeigt hat, daß Bekämpfungen mit Pilzkulturen nicht durchgeführt werden können.

Niederschläge und langjährige Mittel solcher während der Überwinterung.

	1931/32	1932/33	lang. Mittel
Edirne	482	160	—
Lüle Burgas	408	277	—
Eskişehir	164	145	—
Kütahia	258	200	—
Afion Karahissar	381	201	—
Uşak	212	229	—
Budapest	—	—	249
Kiew	—	—	261
Barnaul	—	—	150
Odessa	—	—	204
Magdeburg	—	—	275
Stettin	—	—	263

Für die Überwinterungsperiode geben die Niederschlagsverhältnisse erst in Verbindung mit dem Boden den die Gradation modifizierenden Faktor, der sich aber in den meisten Fällen nur örtlich auswirkt. Im humosen und tonigen, die Niederschläge lange zurückhaltenden Boden findet *Bothynoderes* während des Winters keine geeigneten Bedingungen, um so bessere in durchlässigeren, leichten Böden, die die Feuchtigkeit rasch versickern lassen. Dort vermögen auch hohe Niederschläge während des Winters keine schädigende Wirkung auszuüben, die schon in benachbarten, feuchteren oder bindigeren Böden eintritt.

Wanderung zu den Rüben und Verbreitung.

Am einfachsten haben es die überwinterten Rüßler, zu den Rüben zu gelangen, wenn auf dem Überwinterungsfeld wieder Rüben angebaut werden, oder wenn das neue Feld an das alte angrenzt. In den ersten Tagen nach dem Verlassen des Winterlagers läßt sich auf dem Feld noch kein bestimmtes Ziel der Käfer feststellen, aber nach wenigen Tagen wärmeren Wetters begeben sie sich auf die Suche nach Nahrung. Sichere Feststellungen, wodurch der Käfer auf die Rübenfelder geleitet wird, konnte ich noch nicht machen, doch spricht der Ausfall einiger Versuche dafür, daß es Sinneseindrücke auf die Antennen sind, die ihn leiten.

Setzt man eine Menge bezeichneter Käfer in die Steppe, so verbreiten sie sich zunächst beinahe gleichmäßig nach allen Seiten. Ihre Geschwindigkeit hängt ab von der Struktur der Bodenoberfläche, und sie kommen auf einem sauber gereinigten Rübenfeld viel rascher vorwärts als auf einem scholligen. Im Durchschnitt legt er nach meinen Beobachtungen in der Sekunde auf dem Felde etwa 2,5 cm zurück. Dies entspricht bei 4 Stunden Wanderzeit einer Weglänge von 360 m.

Versuch: 500 Käfer werden mit roten Farbtupfen versehen und auf dem freien Feld losgelassen. In der Entfernung von 50 m werden an 4 Stellen kleinere, etwa 20 cm im Umkreis breite Häufchen von jungen Rübenpflänzchen eingesetzt.

Die erste Kontrolle nach 4 Stunden Sonnenscheindauer ergibt folgendes: Am Ort des Aussetzens werden 5 Käfer gefunden. Im Umkreis der ersten 100 m 172, im Umkreis von 200 m keiner. Insgesamt an den 4 Blätterhäufchen 17, zusammen 194.

24 Stunden später, nach sonnigem Wetter, werden gefunden: Im Umkreis von 100 m 18, an den Rübenblättern weitere 6, im Umkreis von 200 m noch 35. Zusammen am 2. Tag 59 Käfer wiedergefunden.

Insgesamt wurden demnach wiedergefunden 249, das sind rund 50%.

An den Rübenblättern wurden nur 23 wiedergefunden, also 4,6%.

Dies scheint darauf hinzudeuten, daß die Käfer zuerst einfach aufs Geratewohl abwandern, wenn man nicht annehmen will, daß sich die lebenden Rübenpflänzchen im Dufte etwas von den vertrocknenden unter-

scheiden und daß die letzteren darum nicht anlockend gewirkt haben. Die Fraßspuren an den Pflänzchen waren nur gering.

Im Umkreis von 200 m fanden sich von den wiedergefundenen rund 17%. Weitere Versuche, insbesondere auch mit Tieren, denen die Antennen entfernt waren, konnten nicht mehr durchgeführt werden.

Nimmt man an, und dieser Versuch läßt die Annahme nicht ganz unberechtigt erscheinen, daß der Käfer an einem Tag etwa 200 m weit wandert, so würde sich daraus allein im Verlauf von 10 Tagen eine Gefährdung der Felder aus einem Umkreis von 2 km ergeben. In der freien Steppe kann man den Rüsselkäfer in der Gegend von Uşak ebenfalls finden, und man kann annehmen, daß man etwa auf einer Fläche von 1000 qm einen findet. Dies ergibt, unter Berücksichtigung des oben Gesagten, aus einem Umkreis von 2 km auf ein 10 a großes Feld innerhalb von 10 Tagen eine Zuwanderung von 3 Käfer pro Quadratmeter. Solche Zahlen wurden auf Feldern in Gegenden, wo zum erstenmal Zuckerrüben gebaut wurden, gleich im ersten Jahr des Anbaues auch von mir festgestellt.

Von Jablonowski wird angegeben, daß der Käfer oft 30 bis 40 km weit fliegt, und zwar in großen Schwärmen, in ungefährer Höhe der Akazienbäume. Béla Grob ergänzte diese Angaben, indem er mitteilte, daß die Käfer oft in großen Schwärmen in der Höhe von etwa 5—6 m 200—300 m bis kilometerweit fliegen. Ich sah in der Türkei den Rüsselkäfer nur einmal in größerer Menge fliegen, es waren schätzungsweise etwa 200 Käfer, die während der heißen Mittagsstunden am 2. Mai 1932 über einem Feld in der Nähe der Zuckerfabrik Uşak in etwa 6 m Höhe flogen. Ich kann demnach über die Häufigkeit des Fluges dort keine Angaben machen. Immerhin möchte ich nach Befallsstärken, die ich gelegentlich auf Feldern erstmaligen Anbaues feststellen konnte, annehmen, daß der Flug größerer Mengen doch häufiger vorkommt und in der Verbreitung auf größere Flächen eine nicht unbedeutende Rolle spielt.

Geschichte der Verbreitung im Uşaker Bezirk.

Nach den freundlichen Mitteilungen des Herrn Direktors Ferit Faik bey trat der Schädling zuerst im Jahre 1930 plötzlich auf den Flächen der Ortschaft Iki Seray, in der Nähe der Zuckerfabrik gelegen, auf. Dort verursachte er gleich im Jahre des ersten Anbaues auf ehemaligem Steppenland Kahlfraß auf etwa 20 Dönüm = 2 ha.

Schon im folgenden Jahr hatte er sich dann auf die in der Nähe liegende Felder der Gemarkungen Akse, Kilcan, Boskus, Gümle, Gedikler und auf die sogenannten Felder an der verbrannten Fabrik auf etwa 10 ha verbreitet, und nun nahm seine Verbreitung rapid zu, 1932 war er schon in weiter entfernten Ortschaften festzustellen, 1933 endlich fand er sich, in der Zahl allerdings sehr schwankend, fast in allen Gebieten ein.

Wahrscheinlich ist der Käfer auch schon früher in den ersten Jahren des Rübenanbaues da oder dort in geringen Mengen aufgetreten, aber von den Bauern entweder übersehen, oder der Befall der Fabrik nicht mitgeteilt worden, da viele Bauern nicht gerne sehen, daß auf ihren Feldern gegen Schädlinge gearbeitet wird.

Wahrscheinlich hat er sich auf den Feldern in der nächsten Nähe der Fabrik deshalb so überaus stark eingenistet, weil die Verhältnisse dort für ihn besonders günstig sind. Ich glaube nicht, daß die Verschleppung mit der an den Rüben haftenden Erde in Anatolien große Bedeutung für die Verschleppung hat, denn die Rüben der meist krümeligen, trockenen Böden sind bei der schon im August einsetzenden Ernte auffallend sauber.

Der Einfluß der Witterung im Frühjahr und Sommer.

Nach den Mitteilungen der Zuckerfabrik Alpullu ist der Schädling in den dortigen Anbaubezirken außerordentlich gefürchtet, und seine Bekämpfung alljährlich auf großen Flächen notwendig. So fand, um Angaben aus den letzten Jahren zu machen, im Jahre 1929 Kahlfraß auf 8232, 1931 auf 1780, 1932 auf 7333 Dönüm statt. Dagegen war das Jahr 1930 auffallend schädlingsarm, in diesem Jahr wurde überhaupt kein Kahlfraß festgestellt. Worauf sind diese Unterschiede zurückzuführen?

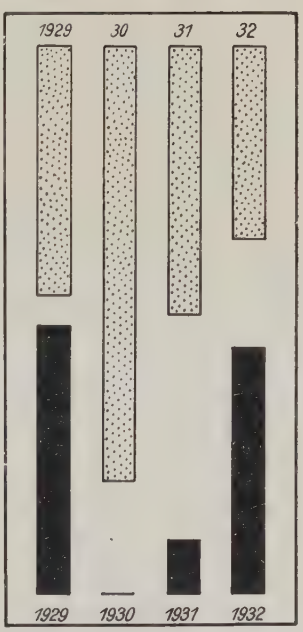


Abb. 11. Niederschläge und Fraßflächen nach den Angaben der Zuckerfabrik Alpullu. Punktiert — Niederschläge in den Monaten April und Mai 1929—1932. Schwarz = Fraßflächen in 100 ha.

Vergleicht man die Größen der Kahlfraßflächen mit den Witterungserscheinungen während der Monate April und Mai, also den Hauptfraßmonaten, so ergibt sich, daß die beschädigte Fläche fast umgekehrt proportional der Summe der Niederschläge in diesen beiden Monaten ist (vgl. Abb. 11):

Je größer der Niederschlag in diesen Wochen, um so geringer der Schaden. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß der Rübenrüsselkäfer, ähnlich wie der Rübenaaskäfer, nur noch in viel höherem Maße, nur bei sonnigem, trockenem Wetter und auch da nur während der heißen Stunden, etwa von 10 bis 16 Uhr spätestens frißt. Bei bedecktem Himmel, gar bei Regen und Wind, hält er sich unter kleinen Erdschollen, oder am Fuß der Rüben im Boden verborgen. Der Käfer kann lange hungern, ohne daß er sichtlich darunter zu leiden scheint. Ich habe Hunderte von Käfern, Männchen und Weibchen bis zu 6 Wochen hungern lassen, ohne daß die Mortalität besonders

hohe Zahlen ergeben hätte. So können ungünstigere Zeiten leicht überstanden werden, und der Käfer kommt erst wieder bei sonnigem Wetter hervor. Dauern die Niederschlagsperioden oder die Zeit der Bewölkung in den Monaten April und Mai länger, so bleibt der Käfer die ganze Zeit versteckt, aber die Rübe wächst in dieser Zeit aus der Gefahr heraus und der Bestand ist gerettet.

Niederschlag, Temperatursummen und Fraßflächen in Alpullu.

April-Mai	1929	1930	1931	1932
Niederschlag	76,5 mm	137,6 mm	83,3 mm	77,0 mm
Temperaturen. . . .	42,3° C	41,6° C	39,5° C	43,4° C
Kahlfraß in Dönüm .	8232	—	1780	7333

Diese Daten zeigen, daß die Witterung im April-Mai für die Entstehung eines schweren Schadbildes entscheiden wird, sie gewinnt aber anscheinend auch Einfluß auf die Massenvermehrung des nächsten Jahres, sei es, daß die Ernährung mit älteren Rübenpflanzen die Eiproduktion ungünstig beeinflußt, oder die länger dauernde Hungerperiode. Denn die Überwinterungsperiode, die auf das Jahr 1930 folgte, zeigte mit 433 mm Niederschlag im Vergleich zum vorhergehenden mit 438 mm keine Besonderheiten.

Trägt man nun in derselben Weise die Niederschlags- und Temperatursummen der Monate April-Mai auf Abszisse und Ordinate ein, wie Abb. 12 zeigt, so zeigt sich jetzt, daß die einzelnen Gebiete der Massenvermehrung des *Bothynoderes punct.* große Unterschiede aufweisen. Glaubte man etwa nach Abb. 2 unsere deutschen Rübengebiete durch den *Bothynoderes* gefährdet, so zeigt sich jetzt, daß, soweit es sich um die deutschen Gebiete handelt, daß höchstens im Magdeburger Gebiet einmal Massenvermehrung eintreten kann, wie es ja auch schon einmal erfolgt ist, daß die übrigen Gebiete aber keineswegs gefährdet sind (vgl. Abb. 12).

Die Daten für die deutschen und benachbarten Anbaugebiete sind so zustande gekommen, daß einmal die Mittel der fraglichen Jahre aus dem Gebiet Magdeburg—Brünn, das andere Mal aus dem nordwestlicheren Anbaugebiet zusammengefaßt wurden (Berlin—Rostock—Celle). So ergibt sich, daß das Gebiet Magdeburg—Brünn im Vergleich zu den Orten der Massenvermehrung in der Türkei gerade noch mit seinen 90 mm Niederschlag und 22° C Temperaturen in die Nähe der Gegenden fällt, die in der Türkei weniger schweren Befall zeigen. Die Orte mit dauerndem, schwerem Befall weisen alle weit geringere Niederschläge während der Monate April-Mai und wesentlich höhere Temperatursummen auf, ganz besonders im Vergleich zu den übrigen deutschen Anbaugebieten, woraus sich ergibt, daß für diese eine Gefahr nicht besteht.

Auf diese Weise erhält man auch Aufschluß über die Ursachen über die Massenverteilung des *Bothynoderes* im Anbaugebiet der Zuckerfabrik

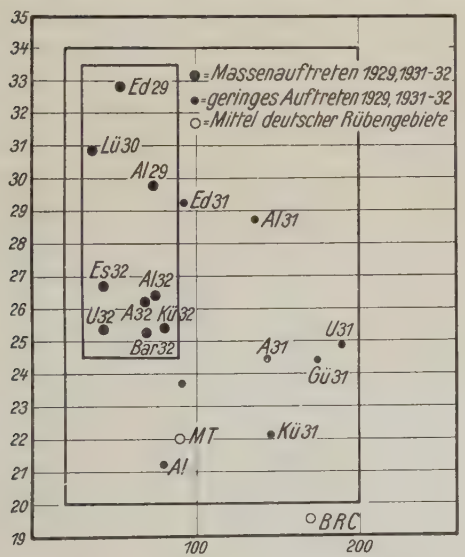
Uşak und darüber hinaus der Türkei, zumal wenn man in dem an sich regenarmen Land die Niederschlagsverhältnisse der Sommermonate noch dazu zum Vergleich heranzieht.

Wie bei der Schilderung der einzelnen Anbaugebiete schon hervorgehoben wurde, ist die Höhenlage und topographische Beschaffenheit recht verschieden, woraus sich die klimatische Verschiedenheit ergibt:

Niederschläge im Anbaugebiet Uşak 1931/32 April bis Mai.

	Sincanli	Banaz	Gyney	Uşak	Afion	Cay
1931	294,3	263,5	177,3	169,1	144,1	?
1932	88,0	70,0	?	25,3	26,2	46,3

Die klimatischen Unterschiede zwischen Banaz und Uşak ergeben sich besonders überzeugend aus dem Vergleich der Jahreskurven der

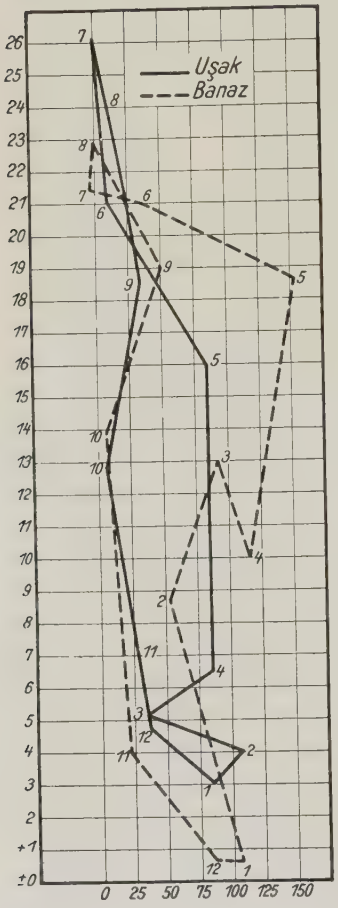


BRC = Berlin-Rostock-Celle
MT = Magdeburg-Brünn
Ed = Edirne (Adrianopel, Türkei)
Lü = Lüle Burgaz (Thrazien)
Al = Alpullu (Thrazien)
Es = Eskişehir (Anatolien)
U = Uşak (Anatolien)
A = Afyon Karahissar (Anatolien)
Ba = Banaz (Anatolien)
Gü = Güney (Anatolien)
Si = Sincanli (Anatolien)
Kü = Kütahia (Anatolien)
Bar = Barnaul (Mai-Juni, Sibirien).

Abb. 12. Abhängigkeit des Massenauftretens von *Bothynoderes punctiventris* von der Witterung von Mai und April in der Türkei.

monatlichen Temperatur- und Niederschlagsmittel. (Vgl. Abb. 13.) Die Zusammenstellung in Abb. 15 zeigt das Ansteigen der Niederschläge von Uşak bis Sincanli und daneben die der Gebiete von Afion, Cay und Ilgin, deren Niederschläge höher liegen als die von Uşak, jedoch bedeutend tiefer wie die von Sincanli. Vergleicht man dagegen wieder die Niederschlagsmengen der ganzen Sommerperiode vom Mai bis August, so zeigt sich, daß von allen diesen Gegenden Afion den geringsten Niederschlag aufweist, so daß die Gegend um Afion, besonders in den reinen, flachen Steppenlagen, besonders bedroht erscheinen. Güney zeigt nur wesentlich höheren Niederschlag als Uşak, trotzdem ist von einer Massenvermehrung

des Rüßlers dort, von wenigen, sehr trockenen Lagen abgesehen, nichts zu merken. Wir können aus dieser Zusammenstellung den Schluß ziehen, daß es in Güney weniger die hohen Niederschläge sind, die die Gradation des Käfers regeln, als besonders die dortigen Bodenverhältnisse, die zusammen mit den hohen Niederschlägen den Schädling niederhalten.



Monat	Uşak		Banaz	
	T.	R.	T.	R.
Januar	4,0	108,7	0,39	108,0
Februar	5,1	33,3	8,6	55,0
März	6,5	84,5	13,0	87,5
April	9,8	84,1	10,0	114,5
Mai	16,0	85,0	18,7	149,0
Juni	21,1	11,4	21,0	2,0
Juli	26,1	0,2	21,4	32,0
August	24,2	10,6	23,0	2,0
September	18,6	40,1	19,0	42,0
Oktober	12,8	8,5	13,7	9,5
November	4,6	43,1	4,0	25,0
Dezember	3,0	89,5	0,7	97,5
Zusammen	12,7	599,0	12,8	722,0

Abb. 13. Monatsdurchschnittstemperaturen und Regenmengen in Uşak und Banaz 1931.

Daß und wie sich diese Dinge im Landschaftsbild bemerkbar machen, davon wurde an anderer Stelle gesprochen und ausgeführt, daß die schwersten Schäden in der Türkei auf den baumlosen, kahlen Flächen, abseits von bewaldeten oder mit Buschwerk bedeckten Hügeln, auf ehemaligem Steppenboden erwartet werden müssen. Dort, wo sich die Felder in grünende Täler hineinziehen, ist die Gefahr der Ausbreitung und Überhandnahme sehr gering. Dehnen wir die Beobachtungen auf das gesamte Anbaugebiet der Türkei aus, so ergibt sich folgendes:

Regenmengen und Temperaturen der Monate Mai bis August.

Ort	1929		1930		1931		1932	
Edirne	22,8	97,0	21,3	97,0	24,1	229,4	19,6	108,5
Lüle Burgas. . . .	21,9	138,1	20,9	190,1	21,7	141,2	20,6	33,7
Eskişehir	19,2	160,1	18,9	107,4	19,4	122,6	19,3	53,2
Kütahia	18,2	210,5	19,9	175,2	18,4	184,0	19,1	73,3
Afion	19,7	195,5	19,4	335,1	20,5	153,0	17,8	68,8
Uşak.	21,1	114,4	15,3	176,3	21,2	147,3	19,0	23,0

Im Durchschnitt erhalten wir folgende Niederschläge für die Monate Mai bis August aus den 4 Jahren:

Eskişehir: 110,8; Uşak: 115,8; Lüle Burgas: 125,8; Edirne: 133,0; Kütahia: 180,0; Afion: 188,8 mm.

Die Temperaturen und Niederschläge der Monate Mai und April sind dort:

Regenmengen und Temperaturen der Monate April bis Mai.

Ort	1929		1930		1931		1932	
Edirne	15,3	83,0	15,3	132,0	14,6	91,8	16,4	56,3
Lüle Burgas. . . .	15,0	69,6	15,2	160,0	13,8	72,6	14,4	38,0
Eskişehir	10,8	103,4	13,3	61,0	11,8	92,1	13,3	45,1
Kütahia	13,4	98,6	12,6	126,4	10,4	146,0	12,6	82,5
Afion Karahissar .	14,6	104,5	13,9	194.5	11,6	144,1	13,1	60,0
Uşak.	14,6	117,5	13,9	84,9	12,9	161,1	12,6	45,4

Im Durschschnitt erhalten wir die folgenden Niederschläge in den beiden Monaten:

Eskişehir: 60,6; Lüle Burgas: 80,2; Edirne: 90,7; Uşak: 102,2; Kütahia: 118,5; Afion Karahissar: 125,8. Dabei ist bei Afion zu rücksichtigen, daß die Messungen in der Stadt selbst, am regenreichen Gebirgshang, gemacht sind, während die Zuckerrübenfelder in der Hauptsache draußen, in der Entfernung von wenigstens

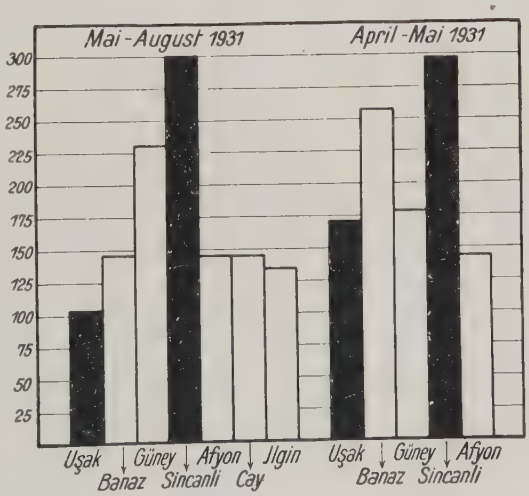


Abb. 14. Monatliche Regenmengen im Mai bis August und April bis Mai im Jahre 1931 in den Ortschaften Uşak, Banaz, Güney, Sinçanli, Afyon Karahissar, Cay und Ilgin.

10 km, in der Steppe liegen, während nur ein Teil derselben sich in die Täler hineinzieht, und also höhere Niederschläge bekommt. Dies sind die Feldlagen, die für den Befall durch *Pegomyia* gefährdet sind.

Aus der Zusammenstellung ergibt sich, daß die Gegend von Eskişehir, in der der Anbau erst in der Ausdehnung begriffen ist, besonders durch den *Bothynoderes* gefährdet ist, mehr noch als die Gebiete in Thracien (Edirne, Lüle Burgas, Alpullu). Geringer gefährdet ist Uşak, soweit man dies bis jetzt sagen kann, dann folgt Kütahia, das bisher auch nur geringeren Befall aufwies, schließlich die Täler um Afion und zuletzt Banaz und Sincanli, die für Dauerschäden nicht in Betracht kommen.

So gewinnt die Niederschlagssumme der Monate Mai und April für die einzelnen Anbaugegenden der Zuckerrüben besondere Bedeutung, und man kann aus ihr einen gewissen Schluß auf die Gefährdung eines Gebietes für *Bothynoderes punctiventris* ziehen, was besonders dort von erheblicher Bedeutung ist, wo mit dem Zuckerrübenbau erst begonnen werden soll, wie es in den letzten Jahren in der Türkei der Fall war.

Zusammenfassung.

Nach einer einleitenden Bemerkung über die kulturelle Bedeutung der Zuckerrübenindustrie für die Türkei werden die topographischen Verhältnisse der wichtigsten Anbaugebiete beschrieben.

Es folgt eine Übersicht über die verschiedenen bis jetzt festgestellten Schädlinge und ihre bisherige wirtschaftliche Bedeutung.

Der wichtigste Schädling ist *Bothynoderes punctiventris*, dessen Biologie kurz geschildert wird.

Die Bedeutung der Feinde und Parasiten wird geschildert und gezeigt, daß eine ernstliche Bedrohung des Schädlings durch dieselben in der Türkei nicht erwartet werden kann.

Auf Grund von Beobachtungen und Versuchen werden die verschiedenen Bekämpfungsmethoden kurz besprochen und darauf hingewiesen, daß alle bis jetzt gebräuchlichen den Ansprüchen noch nicht völlig genügen. Insbesondere wird gezeigt, daß die Wirkung von Chlorbarium im allgemeinen überschätzt wird.

An Hand der Beobachtungen in der Türkei werden die Beziehungen der Biologie des *Bothynoderes* zu den klimatischen Faktoren besprochen und eine allgemeine Übersicht über die Bodenverhältnisse der Anbaugebiete gegeben.

Es wird nachgewiesen, daß der Bodenbeschaffenheit erst sekundäre Bedeutung für die Verbreitung des *Bothynoderes punctiventris* zukommt, und daß in erster Linie die Niederschläge in den Monaten April und Mai für die Massenvermehrung und den Schaden entscheidende Bedeutung

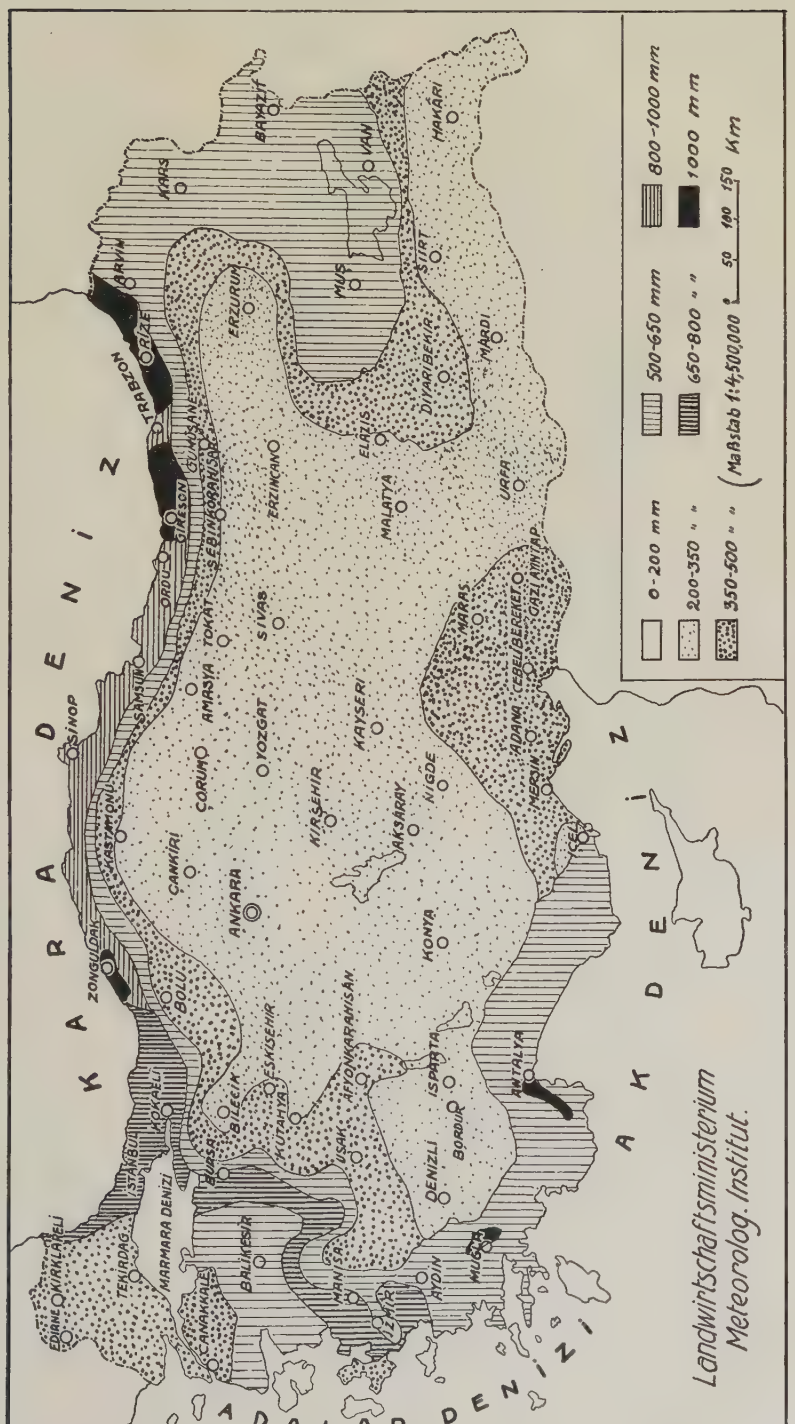

NIEDERSCHLÄGE IN DER TÜRKEI IM JAHRE 1927
K A R A D E N İ Z
A K D E N İ Z
A D A L A R D E N İ Z İ
0-200 mm
200-350 " "
350-500 " "
500-650 mm
650-800 " "
800-1000 mm
1000 mm
(Maßstab 1:4,500,000 0 50 100 150 Km
Landwirtschaftsministerium
Meteorolog. Institut.
EDIRNE
KIRKLARELI
TEKIRDAG
ISTANBUL
KOCAELI
MARMARA DENIZI
ÇANAKKALE
BURSA
BILECIK
BALIKESIR
ESKISEHIR
KÜTAHYA
AFYONKARAHISAR
USAK
MANISA
IZMIR
AYDIN
DENIZLI
MUGLA
BORDUR
ISPARTA
ANTALYA
KONYA
AKSARAY
NIGDE
KIRSEHIR
KAYSERI
YOZGAT
SIVAS
ERZINCAN
ERZURUM
BAYBURT
KARS
ARDAHAN
ARTVIN
RIZE
TRABZON
GIRESUN
ORDU
SINOP
SAMSUN
TOKAT
AMASYA
ÇORUM
ÇANKIRI
KASTAMONU
ZONGULDAK
BOLU
SAKARYA
BILECIK
MUS
VAN
HAKARI
SIIRT
BITLIS
MARDIN
DIYARBEKIR
ELAZIG
MALATYA
URFA
GAZIANTAP
ADANA
CEBELIBEREKET
MARAS
HATAY
MERSIN
ICEL

Abb. 15.

NIEDERSCHLÄGE IN DER TÜRKEI IM JAHRE 1928

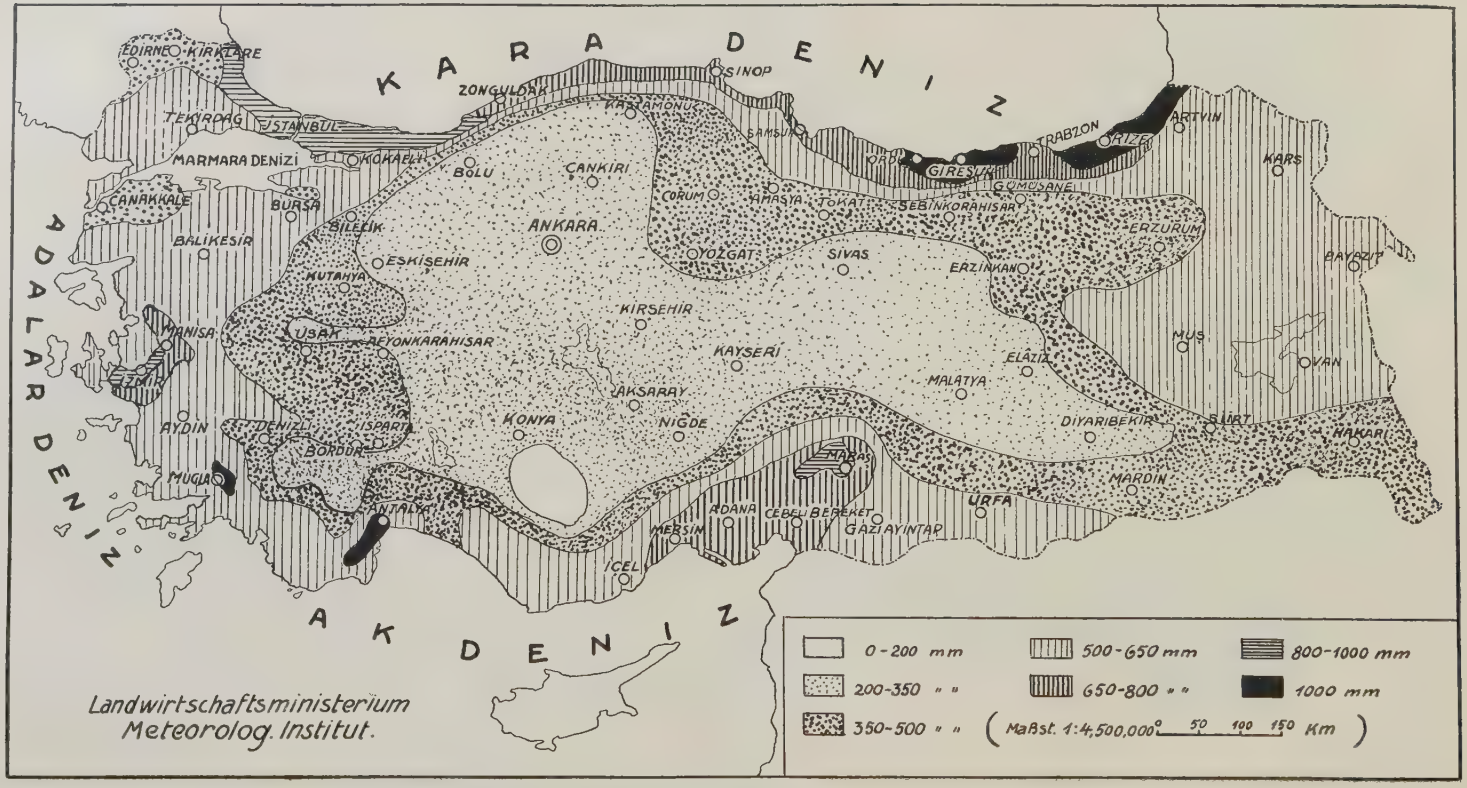


Abb. 16.

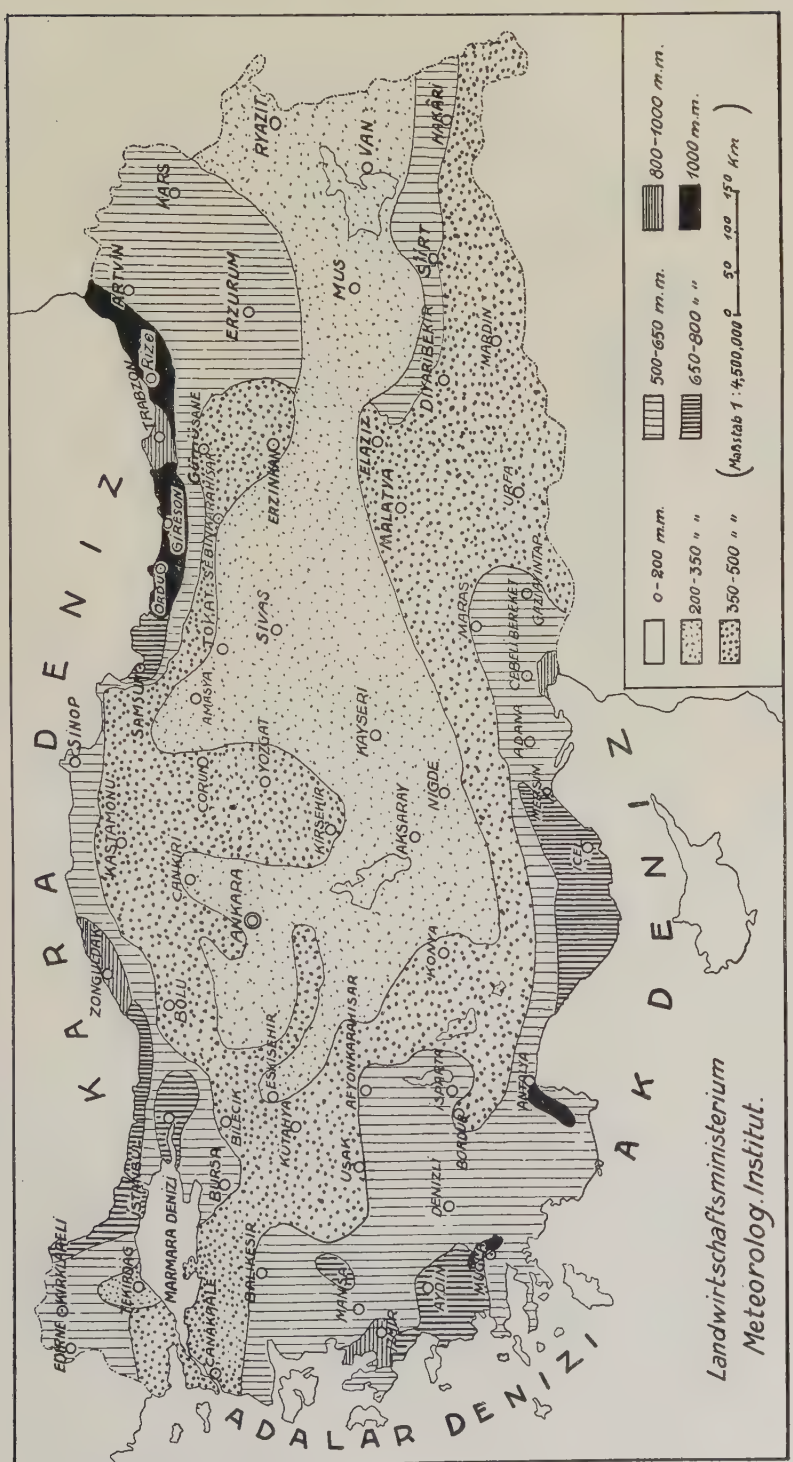

NIEDERSCHLÄGE IN DER TÜRKEI IM JAHRE 1929
KARADENIZ
AKDENIZ
ADALAR DENIZI
MARMARA DENIZI
EDIRNE
KIRKLARELI
TEKIRDAG
CANAKKALE
BALIKESIR
BURSA
BILECIK
ESKISEHIR
KUTAHYA
USAK
AFYONKARAHISAR
MANISA
AYDIN
MUGLA
DENIZLI
ISPARTA
BURDUR
ANTALYA
ZONGULDAK
KASTAMONU
SINOP
SAMSUN
CANKIRI
BOLU
ÇORUM
AMASYA
TOKAT
YOZGAT
ANKARA
KIRSEHIR
SIVAS
ERZINCAN
TRABZON
ORDU
GIRESON
GÜMÜSHANE
ARTVIN
RIZE
ERZURUM
KARS
RIYAZIT
MUS
VAN
KAYSERI
AKSARAY
NIGDE
KONYA
MALATYA
ELAZIG
DIYARBEKIR
SIIRT
HAKARI
MARAS
ADANA
MERSIN
CEYHAN
OSMANIYE
CEBELI BEREKET
GAZIANTAP
URFA
MARDIN
0-200 m.m.
200-350 " "
350-500 " "
500-650 m.m.
650-800 " "
800-1000 m.m.
1000 m.m.
(Maßstab 1:4.500.000 0 50 100 150 Km)
Landwirtschaftsministerium
Meteorolog. Institut.

Abb. 17.

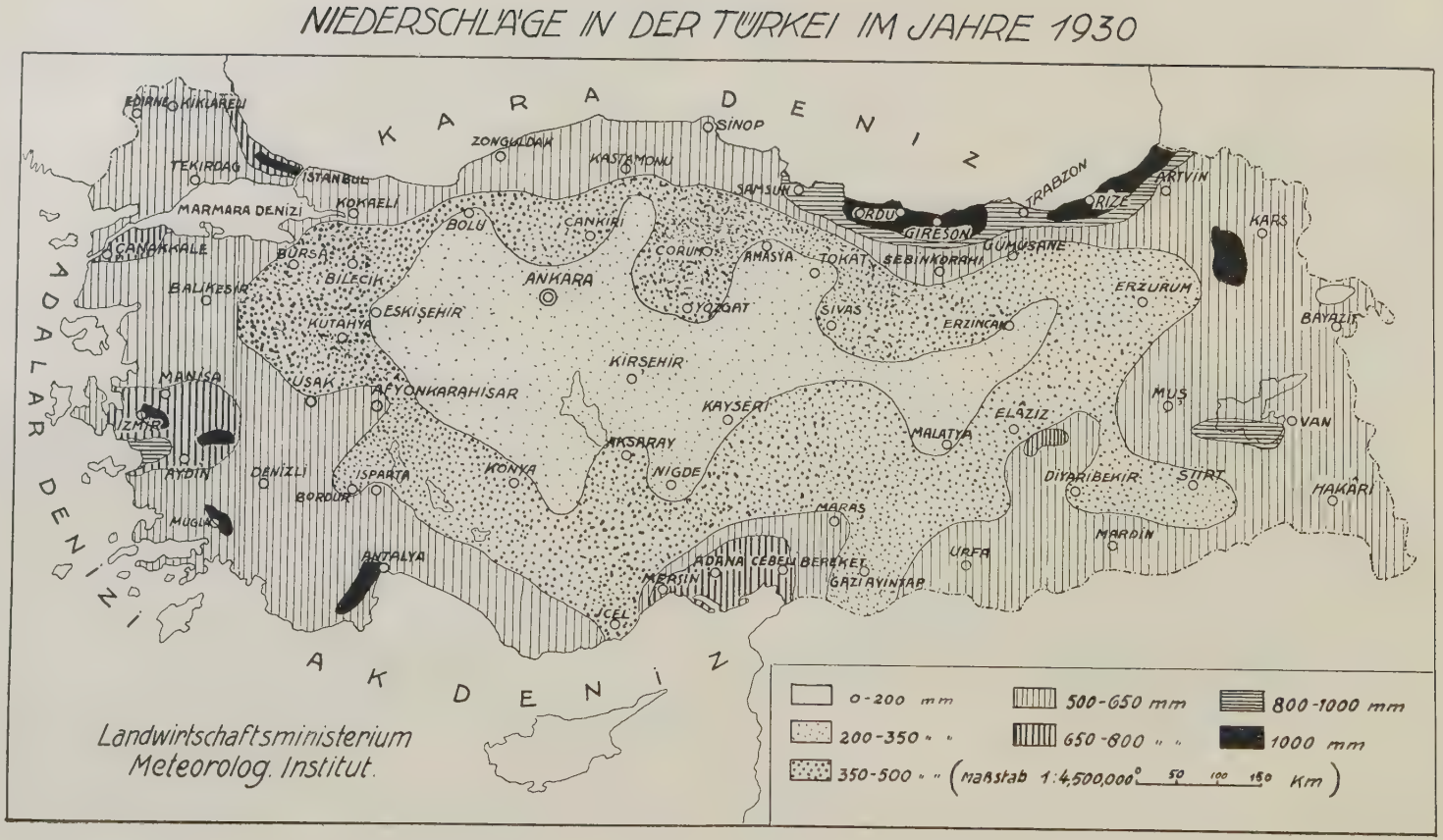

NIEDERSCHLÄGE IN DER TÜRKEI IM JAHRE 1930
K A R A D E N I Z
A K D E N I Z
ADALAR DENIZI
MARMARA DENIZI
EDIRNE
KIRKLARELI
TEKIRDAG
ISTANBUL
KOCAELI
ZONGULDAK
KASTAMONU
SINOP
SAMSUN
ORDU
GIRESON
TRABZON
RIZE
ARTVIN
KARS
GÜMUSANE
BAYAZIT
ERZURUM
ERZINCAN
SIVAS
TOKAT
SEBINKARAHISAR
AMASYA
CORUM
YOZGAT
ANKARA
CANKIRI
BOLU
ESKIŞEHIR
KÜTAHYA
BILECIK
BURSA
ÇANAKKALE
BALIKESIR
MANISA
IZMIR
USAK
AFYONKARAHISAR
KIRSEHIR
KAYSERI
AKSARAY
NIGDE
KONYA
AYDIN
DENIZLI
ISPARTA
BORDUR
MUGLA
ANTALYA
ADANA
CEBELI BEREKET
GAZIANTAB
MARAS
MERSIN
ICEL
URFA
MALATYA
ELÂZIZ
DIYARBEKIR
MARDIN
SIIRT
HAKARI
MUS
VAN
0-200 mm
200-350 " "
350-500 " "
500-650 mm
650-800 " "
800-1000 mm
1000 mm
(Maßstab 1:4,500,000 0 50 100 150 Km)
Landwirtschaftsministerium
Meteorolog. Institut.

Abb. 18.

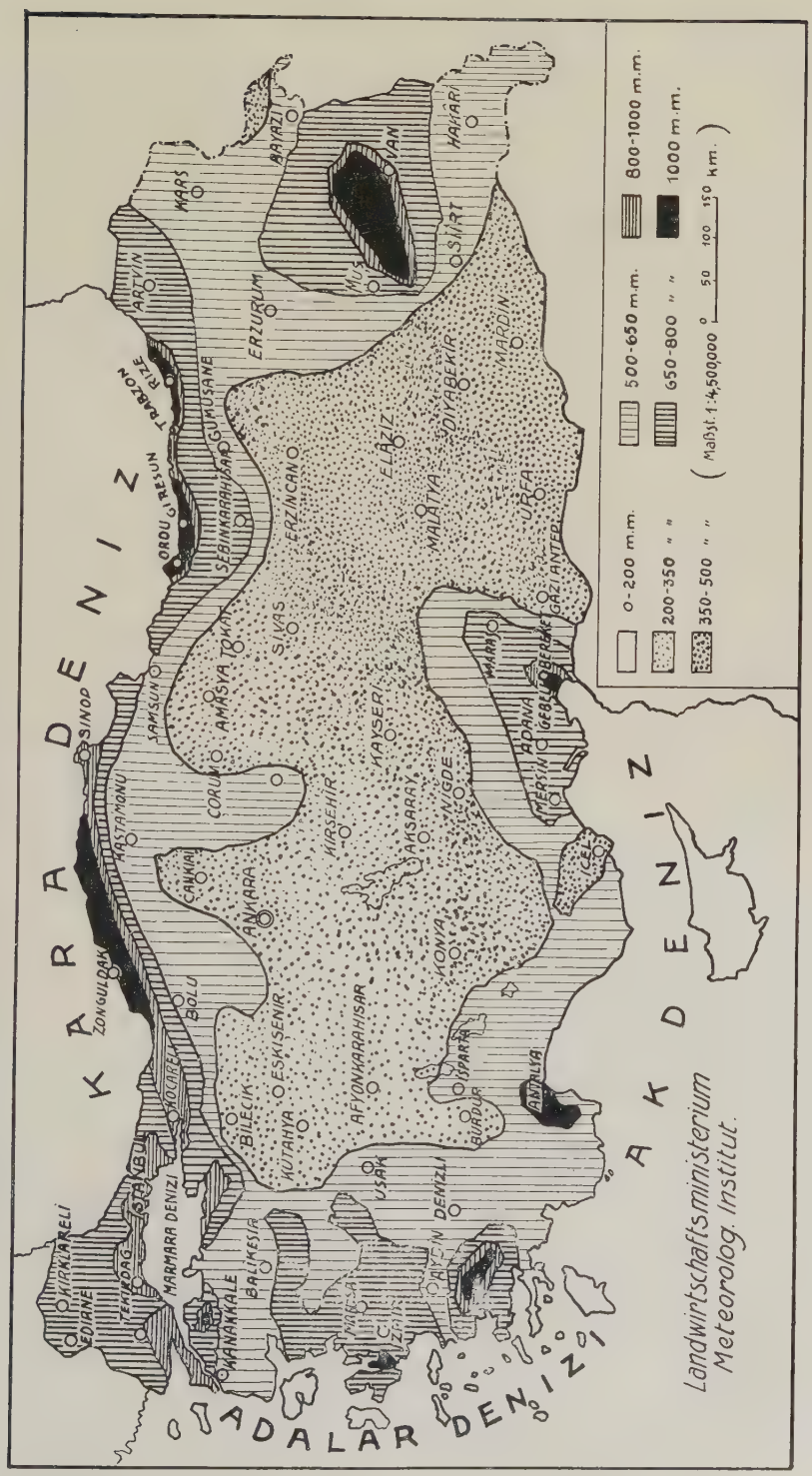

NIEDERSCHLÄGE IN DER TÜRKEI IM JAHRE 1931
KARADENIZ
AKDENIZ
ADALAR DENIZI
MARMARA DENIZI
0-200 m.m.
200-350 " "
350-500 " "
500-650 m.m.
650-800 " "
800-1000 m.m.
1000 m.m.
(Maßst. 1:4,500000 0 50 100 150 km.)
Landwirtschaftsministerium
Meteorolog. Institut.
SINOP
SAMSUN
AMASYA
TOKAT
SIVAS
ERZINCAN
ERZURUM
ARTVIN
MUS
VAN
BITLIS
SIIRT
HAKARI
MARDIN
URFA
GAZIANTEP
ADANA
MERSIN
ANTALYA
ISPARTA
BURDUR
AFYONKARAHISAR
KONYA
NIGDE
KAYSERI
KIRSEHIR
ESKISEHIR
KÜTAHYA
BILECIK
BOLU
ZONGULDAK
KASTAMONU
ÇANKIRI
ÇORUM
ORDU
GIRESUN
TRABZON
RIZE
GÜMÜSANE
BAYBURT
AGRI
KARS
ARDAHAN
KIRKLARELI
EDIRNE
TEKIRDAG
ISTANBUL
KOCAELI
SAKARYA
BALIKESIR
MANAKALE
IZMIR
AYDIN
DENIZLI
USAK
ELAZIZ
MALATYA
DIYARBEKIR
SEBINKARAHISAR

Abb. 19.

haben, während aus der weiten Verbreitung des Schädlings hervorgeht, daß er besonders eurytherm ist.

Die klimatischen Verhältnisse im Winter und wohl ebenso die während des Sommers sind nur dort von Wichtigkeit für Entstehung oder Fehlen der Massenvermehrung, wo die Bodenverhältnisse das eine oder das andere begünstigen.

Aus dem Gesagten folgt, daß es möglich ist, aus den Niederschlagsverhältnissen der Monate Mai und April der Gegenden, die insgesamt weniger als 500 mm Jahresniederschlag haben, und infolgedessen für den Schädling günstig sind, besonders gefährdete Bezirke im voraus zu erkennen und bei der Neueinführung des Zuckerrübenbaues und der Errichtung von Zuckerfabriken nach Möglichkeit zu vermeiden.

Literatur.

1. Ahmet, Tevfik, 1928, Aylik vaziyeti havaive bültenleri.
2. — — 1927—1930, senelerinde Türkiyede yagmur vaziyeti Bülteni.
3. — — 1931, senesi Türkiyede yagis tevziati Bülteni.
4. — — 1931, senesi Türkiyede Meteoroloji Rasatlari. (Veröffentlichungen des Türkischen Meteorologischen Instituts in Ankara, das mir ebenfalls seine noch nicht veröffentlichten Unterlagen von 1932 zur Verfügung stellte.)
5. Bei Bienko*, Contribution to the Study of the pests of sugar beet of the Aleise District, Barnaul regio. Trud. Sib. Inst. sel khoz. XIII. Omsk 1922.
6. Bela Grob, Rübenrüsselkäfer in Ungarn. Zuckerrübenbau 1932, XIV.
7. Chorbadziev, P.*, Notizen über die schädliche Insektenfauna in Bulgarien während des Jahres 1930. Mitt. Bulg. Ges. Entom. VI. Sofia 1931.
8. Christiansen-Weniger, Bericht über eine Studienreise durch das ostanatolische Hochland. Z. f. Züchtung 1932, Bd. 18, Heft 1.
9. — — Die anatolische Luzerne und ihr Anbau. Pflanzenbau 1932, IX.
10. Eckstein, F., Zuckerrübenschädlinge und Landschaft in der Türkei. Entomologische Beihefte 1934, Bd. 1.
11. Grinberg, S., La lutte contre le Cleonus punct. en Roumanie. Ann. Gembloux 38. Brüssel 1932.
12. Hellmann, Klimaatlas von Deutschland.
13. Jablonowski, J., Die tierischen Feinde der Zuckerrübe. Budapest 1909.
14. Kerim Ömer, Uşak Seker Fabrikasi Pancar Sahasi Topraklari (die Zuckerrübenböden von Uşak). Ankara 1932.
15. Köppen, Klimakunde.
16. Kotte, W., Die Aufgabe der Phytopathologie beim Aufbau der Türkischen Landwirtschaft. Angewandte Botanik Bd. 16, Heft 2.
17. Kovacevic, Z., Über die wichtigsten Schädlinge der Kulturpflanzen in Slavonien und Backa. Verh. D. Ges. Angew. Ent. Berlin 1929.
18. Miestinger, u. a., Wichtige Schädlinge und Krankheiten der Rübe in Österreich. Bauernschr. Nied.-Öst. Landes-Landw.-Kammer 1932.
19. Negrash, K. A.*, The Influence of the time of sowing of beet on the control of the beetroot weevil Both. punctiv. Shorn SSU. Kiew 1929.
20. Ogloblin, A.*, Instruktionen f. d. Beobachtung d. Fauna der Erdflöhe an Zuckerrüben u. ihre Bestimmung. Kiew 1927.
21. Rambousek, F., Schädlinge und Krankheiten d. Zuckerrübe im Jahre 1929 und 1931. Ber. Forsch.-Inst. Çech. Zucker-Fabr. Prag 1931 und 1932.

22. Rukavishnikov, B. I.*, The work of the experiment. Expedition of the inst. for Plant protection on the control of pests of the sugar beet Plant protection 8. Leningrad 1932.
23. Schewket, Raschid, Die Landwirtschaft und ihre Entwicklungsmöglichkeiten in der Türkei. Berlin 1932.
24. Shchlkanovzev, P.*, Pedinus femoralis on Sugar beet plantations in the Voronesh Government during the summer of 1925.
25. Sinitzkii, N., Shekera, E., u. Levkovetza, V.*, Comparative tests of the effect of sodium Silicofluoride, sodium Fluoride and Barium-chloride on the beetroot Weevil Both. punct. Scient. Notes Sugar Ind. XIII. Kiew 1931.
26. Wahl, B., Der Pflanzenschutz in Österreich. Verh. D. Ges. Ang. Ent. Wien 1926. Berlin 1927.
27. Vasilevskii, N. I.*, Die rote *Muscardine* und ihre Erreger. Morbi plantarum. Leningrad 1929.
28. Zistler, Peregrin, Die Temperaturverhältnisse der Türkei. Leipzig 1926.
29. Zwerezom-Zubowskii*, Die den Zuckerrüben schädlichen Insekten. Kiew 1928.
30. Zwölfer, Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasiens 1 u. 2. Z. f. Ang. Entom. 1930 u. 1932, Bd. 17 u. 19.

Die mit * versehenen Arbeiten kenne ich leider nur aus den Referaten in der Review of applied Entomology.

Kleine Mitteilungen.

Ein Beitrag zum Studium des Ulmensterbens in der Tschechoslowakei.

Aug. Kalandra und Ant. Pfeffer (Staatliche Versuchsanstalt für Forstschutz in Prag)[1]) veröffentlichen eine Studie über die Ulmengraphiose in der Tschechoslowakei, der wir folgendes entnehmen:

Die Ulmengraphiose, hervorgerufen durch den Pilz *Graphium ulmi* Schwarz, wurde zum erstenmal im Jahre 1931 in der Tschechoslowakischen Republik, und zwar in Böhmen festgestellt. Von diesem Jahre angefangen, verbreitet sich dieselbe immer stärker in der ganzen CSR. Es wird von ihr *Ulmus campestris,* welche eine wertvolle Beimischung in den Auwäldern der CSR. bildet, sowie auch *U. effusa* und *U. montana* befallen.

Nach den bisherigen Beobachtungen kommt die Graphiose am häufigsten in Parks und Alleen unserer Städte vor. Auch in den Baumschulen wurde sie beobachtet. Häufig ist sie in den Wäldern längs der Flüsse, besonders in den Auwäldern.

In dem Material verschiedener Lokalitäten aus den Jahren 1933 und 1934 waren die Jahresringe der Jahre 1931—1934 befallen; in einem Falle schon vom Jahre 1930 (Hodonin) und vom Jahre 1929 (Obristvi), wo verdächtige Flecke ausnahmsweise und vereinzelt sogar in dem Jahresringe 1914 festgestellt wurden. Auffällig ist das häufige Befallen des Jahresringes 1931, gleich in Böhmen und Mähren wie in der Slowakei.

An der rapiden Zunahme der Krankheit haben die Borkenkäfer großen Anteil, da sie die Verbreiter dieser Krankheit sind. Sie hatten Gelegenheit, sich stärker zu verbreiten, einesteils direkt durch den Einfluß der Ulmenschwächung, hervorgerufen durch den strengen Winter des Jahres 1928/29, indirekt durch die Dezimierung der nützlichen Vögel (Meisen u. a.), und dann auch durch den erschwerten Holzabsatz. Das Brennholz aus verarbeiteten kranken Ulmen, welches in Rinde im Wald in größeren Mengen liegen blieb, ist zur Brutstätte der Borkenkäfer geworden, und es scheint, daß das Ulmensterben mit großer Intensität, sozusagen auf einmal, ausgebrochen ist.

Die Käfer brüten in den vom *Graphium* erkrankten Bäumen. Dabei aber vegetiert im Baumkörper *Graphium ulmi,* dessen Sporen nämlich nicht nur auf der Körperoberfläche der Käfer, sondern selbst auch innerhalb der Verdauungsorgane der Larven und Käfer vorgefunden wurden.

Die auskommenden Jungkäfer fressen sich aus der absterbenden resp. abgestorbenen Ulme heraus und fliegen in die Kronen gesunder Bäume, wo sie sich neben den Knospen der vorjährigen Triebe in die zarte Rinde der Zweige einbohren und einen kurzen ½—1 cm langen Gang ausnagen, da sie frische, saftige Nahrung brauchen, damit ihr Organismus für die weitere Vermehrung reif wird (sogenannter Reifungsfraß).

Die Graphiumsporen, die, wie gesagt, sich innen und auch außen auf dem Körper der Käfer befinden, dringen beim Nagen der Zweige gesunder Stämme in die Gefäße des Stammes ein, wo sich der Pilz sehr rasch verbreitet. Im Laufe

---

[1]) Kalandra, Aug., und Pfeffer, Ant., Prispevek ke studiu graphiosy na jilmech. — Lesnicka prace 1935.

einiger Tage stirbt der Zweig ab und die Ansteckung verbreitet sich bis in den Stamm; dieser wird für den Anflug der sich später entwickelnden Borkenkäfer vordisponiert, welche in dieser günstigen Umgebung eine neue Generation anlegen; der Zyklus wiederholt sich von neuem.

Unter den bisher bekannten Überträgern der Graphiumsporen *(Ceratostomella ulmi)* in der CSR. findet man folgende Coleopteren: *Scolytus multistriatus* Marsh., mit seinen Variationen *ulmi* Rdt., und *triornatus* Eichh., *Scolytus scolytus* F., *Scolytus pygmaeus* F., *Scolytus laevis* Chap., *Pteleobius vittatus* F., *P. Kraatzi* Eichh., *Magdalis armigera* Geoffr. und *Saperda punctata* L.[1])

Am schädlichsten sind die Arten, welche zwei Generationen bilden, da sich hier die Möglichkeit weiterer Graphioseinfektion vervielfacht, und zwar nicht nur durch die zahlreiche Nachkommenschaft, sondern eben auch durch die Fähigkeit, eine zweite Generation im selben Jahr zu gründen, demnach eine Infektion mehrmals im Jahre zu verursachen. Hierher gehört: *Scolytus multistriatus, S. affinis, S. scolytus, S. sulcifrons* und *S. pygmaeus.* Von den Arten mit einfacher Generation sind jene am schädlichsten, welche die zahlreichste Nachkommenschaft haben: *Pteleobius vittatus, P. Kraatzi, Magdalis armigera* und *Scolytus laevis.* Zu den am wenigsten gefährlichen Arten gehört *Saperda punctata,* welche eine 2jährige Generation hat.

Die übrigen Arten von Borkenkäfer, typisch für die Ulme und charakterisiert durch die einfache Generation: nämlich *Scolytus ensifer* Eichh., *S. Kirschi* Skal., *S. Demaisoni* Egg., *S. triarmatus* Egg., wurden zwar schon öfters auf erkrankten Ulmen vorgefunden, jedoch unter solchen Umständen, daß ihr Zusammenhang mit der Graphiose nicht zuverlässig nachgewiesen werden konnte.

Die Bergulme ist weit weniger gefährdet als die Feldulme und Flatterulme, wo die Ansteckung sozusagen das ganze Frühjahr und den Sommer hindurch möglich ist.

Die Graphiose läßt sich nicht einmal bei wertvollen Individuen mit Erfolg direkt bekämpfen. Die Krankheit ist tracheomykosischen Charakters und verbreitet sich in den Gefäßen der Kronentriebe, und zwar in der Richtung nach unten bis in die Wurzeln. Ein erfolgreiches Zuführen von Heilmitteln in die kranken Gewebe des Baumes, ob nun durch die Wurzeln oder auf Injektionswegen, ist bis jetzt erfolglos geblieben. Die Frage resistenter Arten, Rassen, neuer widerstandsfähiger Kreuzlinge, Unterlagen zum Pfropfen könnte eine gewisse Bedeutung nur für die Parkwirtschaft haben, wo asiatische Ulmen in Betracht kämen. Unsere europäischen und amerikanischen Arten sind stark rezeptiv. Für unsere Forstwirtschaft könnte diese Frage wohl schwerlich je in Betracht kommen.

Das einzige präventive Mittel zur Verhütung dieser Krankheit ist ein zweckmäßiger Kampf gegen die Borkenkäfer. Darum müssen alle Bäume (auch die teilweise befallenen Ulmen, also jene, wo wir auch nur einige Bohrlöcher von den Borkenkäfern vorfinden) während des Winters und dann auch im Laufe des Monats Juni und anfangs Juli aufgearbeitet, das Holz entrindet oder einige Wochen im Wasser liegen gelassen werden, damit alle Larven oder Puppen der Borkenkäfer vernichtet werden.

Das Fällen der bereits gänzlich dürren Bäume, d. i. solcher, aus welchen der Borkenkäfer schon ausgeflogen ist, hat als Abwehr gegen die Verbreitung keinen Zweck; im Gegenteil, unsere größte Aufmerksamkeit muß auf die scheinbar gesunden Bäume konzentriert werden. K. E.

---

[1]) Das durch die Graphiose verursachte Absterben wurde heuer im Juli in Bulgarien am Fluß Isker bei Sofia und in den Auwäldern bei Kiprija südlich von Burgas vorgefunden und es wurde festgestellt, daß neben genannten Arten, welche die Graphiose übertragen, auch noch *Scolytus sulcifrons* Rey es ist, der in Südbulgarien statt des *Scolytus scolytus* vorkommt, und dann *Scolytus affinis* Egg., welcher dortselbst den *Scolytus multistriatus* ersetzt.

Über die beiden Nadelholzwickler *Epiblema tedella* Cl. und *proximana* Hw.

Bei der Behandlung der beiden genannten, einander sehr nahestehenden Wickler im 3. Band meiner „Fortsinsekten" mußten einige Fragen als noch nicht völlig geklärt offen gelassen werden, wie z. B. die, ob *tedella* auch auf Tanne vorkommt oder ob die Tannentiere stets auf *proximana* zu beziehen seien usw.

Der bekannte Mikrolepidopterologe K. T. Schütze hat neuerdings eingehende Beobachtungen über die beiden Tiere angestellt, worüber er in einer kleinen Arbeit („*Epiblema tedella* Cl. und *proximana* Hw. in der Entom. Zeit. Frankfurt 1934) berichtet. Einiges davon, was für den Forstentomologen Interesse hat, sei hier wiedergegeben.

„Zunächst die Unterscheidung der Raupen der beiden Wicklerarten: die *tedella*-Raupe ändert stark ab, die Mehrzahl ist gelblich und die zwei Rückenlinien — Subdorsalen — sind rot ohne bräunliche oder graue Trübung. Einerseits nun wird das Gelb immer blasser, dafür macht sich ein grünlicher Ton bemerkbar, und die Streifen werden schmaler und undeutlicher, so daß man sie kaum noch erkennt, zuletzt verschwinden sie ganz, und die Raupe ist dann zeichnungslos hellgrün. In diesem Gewande könnte sie leicht mit der von *proximana* verwechselt werden, wenn nicht ein ganz schwacher gelblicher Hauch sich doch noch bemerkbar machte, besonders in den Einschnitten. Andererseits wird das Gelb mehr und mehr zurückgedrängt durch rötliche, dann bräunliche Beimischung, und schließlich ist die Raupe braunrot, die starken Rückenlinien sind dann dunkelrot, und der Raum zwischen ihnen ist blaugrau ausgefüllt, oft weißlich überhaucht. Bei allen Raupen, ohne Unterschied der Färbung, sind Kopf und Halsschild braun, bei einzelnen braunrot, bei einigen dunkelbraun, die Brustfüße schwarzbraun. Die *proximana*-Raupe ist eine Kleinigkeit größer, ändert gar nicht ab und ist sehr hellgrün, meist weiß angehaucht, besonders in den Einschnitten. Kopf- und Nackenschild sind hellbraun oder gelbbraun, nur selten etwas dunkler, und die Brustfüße sind gelblich. Es kommt noch hinzu, daß sie behäbiger aussieht als jene, die Ringe sind mehr gewölbt und die Einschnitte tiefer, was besonders bei den seitlichen auffällt, dadurch erscheint sie breiter als die schmächtigere *tedella*, deren Ringe weniger gewölbt und deren Einschnitte nicht so tief sind.

Man kann sich von den angeführten Unterscheidungsmerkmalen leicht überzeugen, wenn man eine einfarbige *tedella* mit einer *proximana*, die ja zu gleicher Zeit zu haben sind, in ein Probiergläschen sperrt und durch die Lupe vergleichend betrachtet. Dabei wird man auch sehen, daß das durch eine glänzende Stelle angedeutete Afterschild bei ersterer gelb oder grau ist, bei letzterer blaßgrün.

In der Lebensweise gleichen sich beide Arten insofern, als ihre Raupen die Nadeln aushöhlen. *Tedella*, ausschließlich an Fichte lebend, bohrt sich am Grunde, seltener etwas höher ein und frißt dann bis zur Spitze. In dieser Weise verbraucht sie, je nach deren Stärke, 12—16 und noch mehr Nadeln, die in 2 Reihen nebeneinander stehen und sehr bald bräunlich werden. Eine solche Fraßstelle läßt sich leicht abheben, es zeigt sich dann, daß sämtliche Nadeln durch äußerst kurze Fädchen der Länge nach miteinander verbunden, gleichsam zusammengeleimt sind; nur am Grund ist lockeres Gespinst aus längeren grauen verworrenen Fäden, und es hängen in ihm zahllose Kotkörnchen, welche die Raupe stets aus der Mine beseitigt. Auch die Sohle der Fraßstelle ist mit einer Kotschicht belegt. Sehr oft arbeiten mehrere Raupen neben- oder hintereinander, der Zweig ist dann ringsum mit gebräunten Nadeln umgeben, die im Winter abfallen. Ich kann mich nicht erinnern, die Raupe jemals am Tage minierend angetroffen zu haben; immer hielt sie sich zwischen den toten Nadeln auf.

Die *proximana*-Raupe, nur an Weißtanne lebend, scheint ihren Fraßort mehrfach zu wechseln, man findet 2, 3 oder 4 minierte Nadeln zusammen. Die letzte Wohnung besteht aus 6—8 in der oberen Hälfte zusammengeleimten Nadeln, von

denen die unteren schief aufwärts, eine oder einige der oberen schief abwärts gezogen sind, so daß ein etwas unregelmäßiger Kegel entsteht. In der unteren Hälfte desselben fertigt die Raupe ein ziemlich dichtes, gelbliches, aufrechtstehendes Gespinst an, das fast immer unten zwischen den Nadeln hervorschaut. Nachdem sie sich in dieser Weise gesichert, bohrt sie sich ein, stets in der Nadelmitte; zuerst frißt sie aufwärts bis zur Spitze, später abwärts. Fast immer werden nur die inneren Kegelnadeln ganz ausgehöhlt, die äußeren bloß teilweise oder gar nicht. Die Raupe habe ich am Tage, außer bei Nadelwechsel, niemals frei angetroffen, stets steckt sie ganz oder zum Teil in der Mine. Letztere bleibt kotfrei, der Auswurf fällt aus dem unten offenen Gespinst zu Boden, nur einzelne Körnchen bleiben in den Nadelwinkeln hängen."

Damit ist also festgestellt, daß *proximana* wie *tedella* Nadelminierer sind, wie bereits Wood angegeben hatte (während es bei Kennel heißt: „zwischen den Nadeln" und bei Spuler „an den Nadeln").

Es fragt sich nun noch, ob für beide Arten auch andere Nadelhölzer als Nährpflanzen in Frage kommen. Schütze hat *tedella* zweimal auf Weißtanne gefunden, jedoch beide Male auf schwachem Unterholz im Fichtenbestand, so daß die Annahme gerechtfertigt ist, daß die Raupen sekundär durch Abspinnen auf die Tannen gelangt sind. Hier hatten sie sich am Grunde der letzten Zweigteilung, wo die Nadeln kürzer und schwächer sind, notdürftig häuslich eingerichtet. Zunächst natürlich spannen sie in gewohnter Weise und verschwendeten viel Fäden, aber die Tannennadeln ließen sich nicht zusammenzwingen. So begnügten sie sich damit, die einigermaßen genäherten seitlich zu benagen; zum Minieren kam es aber nicht. Das graue Gespinst und reichlich darin hängender Kot verrieten aber die Art. Wenn im Zuchtglas den *tedella*-Raupen Tanne als Futter gereicht wurde, so schabten sie auch fleißig die Nadelwand, aber trotz vielen Spinnens kam es zu keinem gemütlichen Heim. Es war eben nur Notbehelf. Nur eine vermaß sich einmal zu minieren, aber das bekam ihr schlecht: halb eingedrungen blieb sie stecken, konnte weder vor- noch rückwärts.

Proximana hat Schütze niemals an Fichte gefunden, obwohl er die Zweige rucksackweise eintrug und genau durchsuchte. Um aber zu erfahren, wie sie sich dieser gegenüber verhalten wird, wurde eine Anzahl Raupen in ein Glas mit starkbenadelten Zweigstückchen gesetzt. Sie krochen zwischen diesen umher und klebten hier und dort in gewohnter Weise die Nadeln zusammen, fanden aber nirgends genügenden Raum dazwischen zum Einbau ihres Gespinstes; denn die Nadeln standen überall zu dicht, und so wurde die schmucke Wohnung nur ein elender Schuppen mit löcherigen Wänden und zerrissenem Dach. Auch mit der Ernährung mußten sie sich anders einrichten. An Minieren war nicht zu denken, dazu waren die einzelnen Nadeln für die breiter gebauten Tierchen zu eng und so blieb nichts übrig, als die vereinigten seitlich tief auszufressen. Also auch hier wieder nur Notbehelf, der im Freien kaum in Frage kommt.

Nach diesen Beobachtungen Schützes darf als gesichert gelten, das *tedella* ein ausgesprochenes Fichtentier und *proximana* ein ausgesprochenes Tannentier ist. K. E.

Parasitenzuchten der Staatlichen Versuchsanstalt für Forstschutz in Prag.

S. Kolubajiv (in: Casopis Čs. Spol. Entom. XXXI, 1934) veröffentlicht eine Liste (mit eingestreuten biologischen Bemerkungen) der in den Jahren 1929 bis 1934 aus verschiedenen Schädlingen gezogenen Parasiten. Es seien hier die Zuchtergebnisse von einer Reihe wichtigeren Forstinsekten, Blattwespen und Schmetterlingen angegeben:

Lophyrus sertifer Geogfr. (*rufus* Kl.): *Sturmia inconspicua* Mecg., *Agria affinis* Fall., *Hemiteles bicolorinus* Grav. (Hyperparasit), *Leptocryptus ruficaudatus* Bridgm., *Stylocryptus rusticus* Haberm., *Lissonota dubia* Holmgr., *Angitia tibialis* Grav., *Omorgus ovatus* Brischke, *O. scaposus* Thoms., *Astiphromma strenuum Holmgr.* (Hyperparasit), *Exenterus marginatorius* F., *Hypsantyx impressus* Grav., *Lamachus lophyrorum* Hrtg., *L. marginatus* Brischke, *Thymaris modestus* Schmiedekn., *Zemiophorus scutulatus* Hrtg.

Lophyrus hercyniae Hrtg. (*polytomum* Hrtg.).[1]) Als Primärparasiten: *Microcryptus basizionius* Grav., *Holocremnus clandestinus* Holmgr., *H. ratzeburgi* Tschek., *Exenterus adspersus* Hrtg., *E. marginatorius* Bridgm., *Lamachus marginatus* Brischke, *Mesoleius multicolor* Grav., *Microbracon* spec. ?, *Monodontomerus dentipes* Dalm., *Eutelus subfumatus* Rtzb., *Dibrachys cavus* Rtzb., *Stenomalus* spec., *Sturmia inconspicua* Mg.

Als Hyperparasiten: *Hemiteles bicolorinus* Grav., *H. areator* Panz., *H. sordipes* Grav., *Gelis acarorum Gelis* spec. ? *Mesochorus dimitiatus* Holmgr., *M. fulgurans* Curt., *M. thoracicus* Grav.

Semasia diniana Gu.: *Nemorilla floralis* Fall., *N. maculosa* Meig., *Lydella nigripes* Fall., *Phryxe vulgaris* Fall., *Phaeogenes ischiomelinus* Grav., *Ph. lascivus* Wesm., *Microcryptus micropterus* Grav., *Stylocryptus erythrogaster* Grav., *Hemiteles fulvipes* Grav., *Pimpla examinator* F., *Lissonota transversa* Brdgm., *Lampronota melancholica* Grav., *Angitia cerophaga* Grav., *Angitia fenestralis* Holmgr., *Nemeritis caudatula* Thoms., *Bassus laetatorius* F., *Triclistus podagricus* Grav.

Als die häufigste und fast spezifische Parasitenart ist *Tricl. podagricus* Grav. anzusehen.

Cacoecia murinana Hübn.: *Exorista triseta* Pand., *Lydella nigripes* Fall., *Nemorilla maculosa* Meig., *Herpestomus brunneicornis* Grav., *Phaeogenes scutellaris* Wesm., *Pimpla examinator* F., *Pimpla maculator* F., *Pimpla pictipes* Grav., *P. quadridentata* Thoms., *P. rufata* Gmel., *Phytodietus segmentator* Grav., *Angitia chrysosticta* Gmel., *Anilastus coxalis* Brischke, *Holocremnus sordidellus* Holmgr., *Cremastus ornatus* Szepl., *Plectiscus subcurvatus* Först., *Habrobacon brevicornis* Wesm., *Apanteles* spec. ?, *Meteorus* spec. ?, *Crysocharis* spec. ?, *Elachertus* spec. ?, *Necremnus leucarthros* Thoms.

Dasychira pudibunda L.: Aus den Puppen des Buchenrotschwanzes aus der westlichen Slowakei wurde am zahlreichsten die Schlupfwespe *Pimpla inquisitor* Scop. gezüchtet. Andere wichtigere Parasitenarten waren hier: *Pimpla instigator* Fabr. und *Carcelia gnava* Rond. Sehr interessant war hier das Vorkommen der Tryphonidenschlupfwespe *Euceros superbus* Kriechb., einer sehr protogynischen Parasitenart, was dadurch auffallend ist, daß fast alle übrigen Parasitenarten protandrisch waren.

Hier wurden folgende neue Parasitenarten beobachtet: *Echinomyia fera* L., *Tachina larvarum* L. (beide sehr selten), *Pimpla examinator* F. (sehr selten). *Hemiteles inimicus* Grav., *H. schaffneri* Schmiedekn. (beide sehr selten und wohl Hyperparasiten), *Gambrus ornatus* Grav., *Angitia tibialis* Grav. und *Dioctes exareolatus* Thoms. Die drei letzten waren ebenfalls sehr selten und wahrscheinlich ebenso Hyperparasiten.

Lymantria monacha L.: Aus der Nonne wurde eine neue Tachine *Tricholyga sorbillans* Wied. gezüchtet. Diese ist dem wichtigsten Nonnenparasiten

---

[1]) Die Reichhaltigkeit der Parasitenreihen der beiden Lophyrusarten ist zum Teil darauf zurückzuführen, daß das Imperial Bureau of Entomology zwei Entomologen nach dem europäischen Kontinent gesandt hat, um die Parasiten von *L. hercyniae* zu sammeln und nach Kanada für biologische Bekämpfung dieser in den letzten Jahren in den Fichtenwäldern Kanadas sehr schädliche Blattwespe zu bringen.

Parasetigena segregata Rond. täuschend ähnlich; nach W. Baer kann man sie am leichtesten von derselben durch die von oben tief auf die Wangen absteigenden starken Orbitalborsten unterscheiden. *Tricholyga sorbillans* ist ziemlich selten, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß sie von Praktikern zwar früher beobachtet, aber mit den ähnlichen *Parasetigena segregata* und *Tachina larvarum* verwechselt wurde.

Weitere neue Nonnenparasiten sind: *Erynnia nitida* R. D., sehr selten. und die Schlupfwespen: *Atractodes compressus* Thoms., *Phygadeuon flavimanus* Grav., *Ph. fumator* Grav. und *Ph. variabilis* Grav. Vielleicht sind alle drei nur Varietäten einer und derselben Art. *Ph. variabilis* Grav., die im Artikel von J. Komarek „Wichtige Neubeobachtungen aus der Biologie der Nonne" (Anz. f. Schädlingskunde Jahrg. IX, H. 6/7) auch unter dem Namen *Ph. canaliculatus* Thoms. angegeben wurde. Alle drei waren selten und Hyperparasiten, die aus den Parasetigenatönnchen schlüpften.

Neu war auch *Ophion luteus* L., aber dieser war schon in der Monographie von J. Komarek „Die Nonnenkatastrophe in den Jahren 1917—1927" veröffentlicht worden. Ganz neu für die Nonne ist ein Hyperparasit *Mesochorus silvarum* Curt., der aus den *Parasetigena*-Tönnchen aus der letzten Nonnenvermehrung in der Tschechoslowakei in den Jahren 1929—1933 schlüpfte (selten).

Als zweiter wichtigster Hauptparasit der Nonne wurde hier *Agria affinis* Fall. festgestellt.

Der häufigste Hyperparasit war *Hemipenthes (Anthrax) morio* L., aber die Hyperparasitierung war nicht so stark als bei den Forleulenparasiten. Beachtenswert ist der Umstand, daß die stärkste Hyperparasitierung auf jenen Örtlichkeiten beobachtet wurde, wo die Nonnenkalamität schon am Erlöschen war. So kann man vermuten, daß der *Hemipenthes morio* eine Insektenart ist, die durch Vertilgung der Nonnenparasiten günstige Umstände zum Anfang einer neuen Gradation der Nonne herbeiführt.

Von den Raubinsekten verfolgten die Nonne in den Revieren Leinbaum und Landstein im südwestlichen Mähren *Carabus auronitens* Fabr., *C. glabratus* Payk., *C. silvestris* Panz. und *C. violaceus* L. Der Autor hat bereits wiederholt beobachtet, daß *C. glabratus* Payk. bis zu einer Höhe von über 2 m auf die Bäume hinaufsteigt, um hier den Nonnenraupen nachzustellen.

Im Revier Luzna in Westböhmen wurde die Baumwanze *Troilus luridus* Fabr. beobachtet, die sich so fest an einem Nonnenweibchen angesaugt hatte, daß sie sich auf dem Baum von diesem auf und ab schleppen ließ. Auch die Baumheuschrecke *Barbitistes constrictus* Br. war in diesem Revier häufig, während in oben genannten Revieren sie ziemlich selten zu sehen war.

Panolis flammea Schiff.: Bei der Forleule aus der westlichen Slowakei wurde eine neue Tachine *Blepharomyia pagana* Mg. nachgewiesen, diese war aber selten.

Die Hauptparasiten wurden hier sehr mit *Hemipenthes morio* L. hyperparasitiert: *Ernestia rudis* Fall. bis 40 %, *Banchus femoralis* Thoms. bis 25 bis 60 % und *Meteorus albiditarsis* Curt. bis 15—25 %.

Neue Hyperparasitenarten waren folgende: *Pezomachus kiesenwetteri* Först. (aus Südböhmen 1930) und *Dibrachys bouchéanus* Rtzb. Beide schlüpften aus *Ernestia*-Tönnchen und waren ziemlich selten.

Was die Schlupfzeit anbelangt, so schlüpfen fast alle Parasitenarten nach der Wirtsausschlüpfung, und zwar: *Aphanistes armatus* Wesm. mit *Ernestia rudis* Fall. am frühesten, dann *Banchus femoralis* Thoms. und *Meteorus albiditarsis* Curt., dann *Ichneumon pachymerus* Hartg. und *J. bilunulatus* Grav. und am Ende *Anthrax hottentottus* L. mit den Hyperparasiten. Fast alle Parasitenarten waren protandrisch, so daß die Männchen um 5—10 Tage früher erschienen als die Weibchen. K. E.

Personalia.

W. M. Wheeler zum 70. Geburtstag.

Von H. Eidmann, Hann.-Münden.

Am 19. März dieses Jahres hat William Morton Wheeler, eine der markantesten Gestalten der amerikanischen Gelehrtenwelt das 70. Lebensjahr vollendet. Wheeler ist lange Zeit Professor für angewandte Entomologie an der Harvard-Universität und Leiter des Bussey-Instituts gewesen. Das Schwergewicht seiner wissenschaftlichen Tätigkeit liegt jedoch auf dem Gebiet der Ameisenkunde. Mit Fug und Recht kann Wheeler als der größte zurzeit lebende Myrmekologe bezeichnet werden. Er hat an der Begründung und dem Ausbau der modernen Myrmekologie erheblichen Anteil, und sein Name reiht sich ebenbürdig an jene der großen Myrmekologen der Jahrhundertwende, Forel, Emery, Wasmann und Escherich an. Mit Wheelers myrmekologischem Lebenswerk wird einmal eine der fruchtbarsten Perioden in der Geschichte der Ameisenkunde abschließen.

W.M. Wheeler.

Wheeler hat einen Teil seiner Studienzeit in Deutschland verbracht, und die Anregungen, die er hier erhielt, lassen sich bis in seine letzten Arbeiten hinein verfolgen. Seine ersten wissenschaftlichen Untersuchungen behandelten Fragen aus dem Gebiete der allgemeinen Zoologie. Sehr bald jedoch wandte er sich entomologischen Problemen zu (Embryogenese der Insekten, Systematik der Dolichopodiden u. a.), die dann bald in das Spezialgebiet der Ameisenkunde einmündeten. Dieses interessante Forschungsgebiet hat ihn völlig in seinen Bann gezogen und bis heute nicht mehr losgelassen.

Wheeler ist in seinen myrmekologischen Arbeiten in gleicher Weise systematisch wie biologisch schöpferisch tätig gewesen und hat sich darüber hinaus als großartiger Kompilator erwiesen. Als Systematiker hat er neben der Beschreibung einer Unzahl neuer Arten an der Verbesserung und Neugestaltung des Systems der Formiciden gearbeitet. Seine systematischen Untersuchungen

werden auch den weitgehendsten Anforderungen gerecht, die man an moderne systematische Arbeit stellen kann. In ökologischer Hinsicht hat er sich erfolgreich mit fast allen Problemen befaßt, welche die Ameisenkunde wie kein anderes Teilgebiet der Entomologie in verschwenderischer Fülle bietet. Erwähnt seien nur seine Untersuchungen über Nestbau, Ernährung (Theorie der Trophallaxis), Sozialparasitismus und Sklaverei, Koloniegründung, Myrmekophilie und viele andere. Seine Arbeiten zeichnen sich durch erschöpfendes Durchdenken der Probleme, ein tiefschürfendes und umfassendes Quellenstudium sowie durch Kürze und Klarheit der Darstellung aus. In vielen Arbeiten verstand er es, Systematik und Biologie weitgehend zu vereinigen. So stellt z. B. seine umfassende Untersuchung über die pilzzüchtenden Ameisen Nordamerikas (1907) eine mustergültige Synthese systematischer und ökologischer Forschung dar. Nicht unerwähnt seien auch seine faunistischen Arbeiten sowie seine monographischen Darstellungen einzelner Gruppen. Gerade sie bilden eine unschätzbare Vorarbeit für jede weitere Forschung auf den betreffenden Gebieten. Unter vielen anderen diesbezüglichen Arbeiten denke ich hier in erster Linie an die hervorragende Bearbeitung der Ameisen des belgischen Congo (1929), die einen ganzen Band des Bulletin of the American Museum of Natural History füllt.

Sein umfassendes Wissen über die Ameisenkunde hat Wheeler bereits 1910 in einem großen Werk „Ants, their structure, development and behaviour" niedergelegt, das als die beste zusammenfassende Darstellung der Myrmekologie in englischer Sprache und als ein Standardwerk der Ameisenkunde bezeichnet werden muß. Welche Bedeutung ihm in dieser Beziehung zukommt, zeigt die Tatsache, daß im Jahre 1926 ein Neudruck erforderlich wurde, obwohl in der Zwischenzeit unsere Kenntnis der Ameisen gewaltig zugenommen hat, der Verfasser sich aber leider nicht zu einer Neubearbeitung entschließen konnte. Die neueren Arbeiten Wheelers zeigen einen stark philosophischen Einschlag und eine weite, ins Generelle zielende Problemstellung. Besonders die Frage der Staatenbildung hat ihn in seinen letzten Werken stark beschäftigt und ist von ihm von hoher Warte aus wiederholt eingehend behandelt worden (Social Life among the insects, 1923; Les Sociétés d'Insects, 1926; The social Insects, 1928; Emergent evolution and the development of the societies, 1928).

Wheeler hat sich auf zahlreichen Reisen aktiv an der Erforschung der Myrmekofauna der verschiedensten Gebiete der Erde beteiligt (Afrika, Zentral- und Nordamerika, Galapagosinseln, Australien usw.). Er besitzt heute eine der größten Ameisensammlungen der Erde und eine der umfassendsten Büchereien über dieses Gebiet. Menschlich habe ich Wheeler als einen äußerst interessanten und anregenden Gesellschafter und liebenswürdigen Gastgeber kennengelernt. Die Tage, die ich mit ihm in seinem Landhaus in Connecticut und in seinem Institut bei Boston verlebt, und die Sammelausflüge, die ich gemeinsam mit ihm gemacht habe, gehören zu meinen eindrucksvollsten wissenschaftlichen Erlebnissen.

Dem Siebzigjährigen, der sich in seltener Rüstigkeit auch jetzt wieder auf einer myrmekologischen Forschungsreise im tropischen Amerika befindet, entbietet die entomologische Welt ihre Glückwünsche und wünscht ihm noch viele Jahre reicher und erfolgreicher Tätigkeit.

William Baer

17. April 1867 bis 16. September 1934.

Vor ungefähr Jahresfrist, am 16. September 1934, verschied in Tharandt, an der Stätte seines langjährigen Wirkens, William Baer. Mit ihm schied eine eigenartige Persönlichkeit, deren Name weit über Deutschlands Grenzen bekannt wurde. Baer gehörte noch seinem ganzen Wesen und seinem Bildungsgang nach zu jener älteren Forschergeneration, die sich zunächst als Laie ohne systematische Schulung, nur aus eigenem Antrieb und von echter Liebe zur Beobachtung der Natur beseelt, so in dieses Gebiet vertieften, daß sie es hier schließlich als Forscher zu sehr beachtenswerten Leistungen brachten.

Ursprünglich für das Studium der Theologie bestimmt, mußte Baer, der zeitlebens leidend war, seiner Gesundheit wegen noch vor Erreichung der Hochschulreife seine Schulausbildung abbrechen. Er wandte sich in der Folge zunächst der Ornithologie zu, wobei ihm seine Tätigkeit als Präparator an der Vogelwarte Rossitten vorzügliche Beobachtungsgelegenheit bot. Unter seinen zahlreichen ornithologischen Arbeiten, die in den verschiedensten Zeitschriften verstreut sind, verdient besonders „Die Ornis der preußischen Oberlausitz“ (1899) hervorgehoben zu werden, in der Baer bereits ganz modern anmutenden ökologischen Problemen nachging.

Mit der Übernahme der Assistentenstellung am forstzoologischen Institut Tharandt, wo Baer von 1898 bis zu seiner 1930 erfolgten Pensionierung unter Nitsche, Jacobi, Escherich, Schwangart und Prell wirkte, wandte er sich — ohne indessen die Ornithologie gänzlich zu vernachlässigen — mehr und mehr allgemein- und angewandt-entomologischen Studien zu.

Sowohl die Insektensystematik als auch die Insektenbiologie verdankt ihm eine Fülle wertvoller Beobachtungen und Anregungen. Baer war in jeder Hinsicht ein ausgezeichneter Tachinen- und Apidenkenner und auch in den übrigen Insektengruppen als Systematiker vorzüglich beschlagen. Speziell die angewandte Entomologie verdankt ihm in seinen „Tachinen als Schmarotzer schädlicher Insekten“ (Berlin 1921) ein zusammenfassendes Werk, das allenthalben größte Anerkennung fand und auch heute noch beim Studium dieser Gruppe unentbehrlich ist. Die Tatsache, daß in USA. eine englische Übersetzung dieser Schrift herauskam, beleuchtet am besten ihre große praktische Bedeutung und internationale Hochschätzung. Unter Baers zahlreichen forstentomologischen Schriften sind besonders jene über verschiedene forstliche Kleinschmetterlinge bemerkenswert, deren Studium er sich mit besonderer Liebe und Sorgfalt widmete. Dies — die Liebe und Sorgfalt in der Beobachtung des Kleinen und Kleinsten, in der Baer ein Meister war, der seinesgleichen suchte — war einer der Hauptwesenszüge seiner Forscherarbeit. Er kam besonders auch in seinen verschiedenen Apidenarbeiten zum Ausdruck, denen die heimische Apidenkunde manche wertvolle Förderung verdankt. Ebenso äußerte sich dieser Zug in Baers Wesen in seiner Apidensammlung: Sie war mit peinlichster Gewissenhaftigkeit angelegt und erregte stets die ungeteilte Bewunderung jedes Beschauers.

Überhaupt war das Präparieren und die Zusammenstellung biologischer Insektengruppen eine Kunst, die Baer mit geradezu meisterhafter Virtuosität auszuüben verstand. Die biologische Kleinschmetterlingssammlung des Tharandter forstzoologischen Instituts, seine biologische Lehrsammlung und manches andere Präparat, das dort in vieljähriger mühevoller Arbeit aus seinen Händen hervorging, sind Musterstücke der Präparierkunst schlechthin, die selbst den Nichtfachmann zum liebevollen Betrachten und Studieren anreizen und wirklich lebendige Anregung vermitteln. Durch sie und seine Schriften ist Baers Name weit über den engeren Kreis der Fachleute hinaus bekannt und ihm ein ehrenvolles Andenken gesichert worden.

Zwölfer, München.

Referate.

Einzelreferate.

Gause, G. F., „The Struggle for Existence", Zoological Institute of the University of Moscov. The Williams & Wilkins Company, Baltimore 1934, 40 Textillustrationen und 9 Tabellen. Preis $ 3,50.

Mehr als drei Viertel eines Jahrhunderts sind seit dem Erscheinen von Darwins „Origin of Species" und seiner meisterhaften Beweisführung für die Existenz des Kampfes um das Dasein verstrichen und noch immer tobt der Kampf für und gegen Darwins Theorie unentwegt weiter. Das Eigenartige an der Sache aber ist, so fährt Pearl in seinem Vorwort zu Gauses Werk fort, daß nahezu alle Biologen nichts weiter getan haben als „to talk and write". Treffender den Stand der Dinge zu charakterisieren ist kaum möglich.

Wenn auch Pioniere wie Bumpus, Weldon, Pearson, Harris und andere das Problem richtig erkannt haben, so vermieden sie jedoch scheinbar ängstlich, der Sache direkt und frontal auf den Leib zu rücken. Vielleicht erst die Erkenntnis, daß alle physiologisch-ökologisch-genetischen Einzelarbeiten erst dann richtige Früchte tragen, wenn sie mit der Dynamik der Population in Verbindung gebracht werden, löste in neuester Zeit Studien aus, die Darwins Lehre auf neue Grundlagen zu stellen geeignet sind. Dabei liegt der etwas eigenartige Fall vor, daß Mathematiker bezw. Statistiker wie Pearson, Lotka, Volterro, Yule und andere mit ihren logisch mathematischen Theorien wertvollste Vorarbeiten geleistet bezw. die systematischen experimentellen Untersuchungen zum großen Teil erst ausgelöst haben.

Gauses großes Verdienst ist es nun, erstmalig den gesamten Fragenkomplex der Bevölkerungsdynamik bei Tieren einschließlich der dabei notwendigen mathematischen Überlegungen theoretisch zusammengefaßt und durch eine Reihe von äußerst instruktiven Experimenten illustriert zu haben. Diese Tatsache wird auch dadurch nicht geschmälert, daß Gause, um möglichst einfache und klare Versuchsbedingungen zu schaffen, sich der Hauptsache nach mit niederen Organismen, Protozoen und Hefepilzen befaßt hat. Erst die Kenntnis der Wachstumsgesetzmäßigkeiten reiner Kulturen, gemischter Kulturen auf gleichem Nährsubstrat und die Wechselbeziehungen einfachster Fälle von Wirt und Parasit wird uns allmählich in die Lage versetzen, ähnlichen Beziehungen auch bei höheren Tieren näherzutreten. Der eine oder andere Faktor seiner Populationsgleichungen wie auch einzelne seiner Schlußfolgerungen und teilweise die Methodik mögen zukünftig andere Auslegungen erfahren, aber der Elan, mit welchem das Problem des Kampfes ums Dasein in Angriff genommen wurde, wiegt diese Detailfragen hundertfach auf.

Gauses Pionierwerk kann das Recht in Anspruch nehmen, in allen zoologischen Instituten Eingang zu finden. Insbesondere wäre es aber erwünscht, wenn seinen Gedankengängen gerade in Deutschland mehr Aufmerksamkeit ge-

schenkt würde, da bei unserem beschränkten Lebensraum der Bevölkerungsdynamik bei Mensch, Tier und Pflanzen eine ganz besondere Rolle zukommt. Der angewandte Entomologe und Ökologe wird aus Gauses Werk eine Fülle von Anregungen schöpfen, in vielen Fällen praktischen Nutzen daraus ziehen können und außerdem erst das richtige Verständnis für die mehr mathematisch theoretischen Arbeiten von Lodka und Voltarro gewinnen. Schedl.

Folsom, J. W., Entomology, with special reference to its ecological Aspects. (Revised by R. A. Wardle, Prof. of Zool., Univ. of Man., Winnipeg, Can.) Mit 605 Seiten, 308 Abb. und 5 Tafeln. Philadelphia 1934 bei P. Blakistons Son & Co. inc. Preis geb. $ 4,—.

Die Neuauflage des Folsomschen Handbuches der Entomologie unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie bedeutet nicht weniger als den Versuch, unser gesamtes allgemeines Wissen über Insekten, mit Ausnahme der Bekämpfung derselben, in Form eines einbändigen Nachschlagewerkes zusammenzufassen. Daß dies dem Autor in einem hohen Grade gelungen ist, muß rückhaltlos beachtet und anerkannt werden. Insbesondere bemerkenswert ist die kurze, prägnante Art der Darstellung, wie sie einer ganzen Reihe von angelsächsischen Handbüchern eigen ist. Die Zitierung der verschiedensten Hypothesen über ein bestimmtes Problem, ohne daß der Autor sich für die eine oder andere besonders einsetzt, ermöglicht es dem Benützer des Buches an die Beurteilung des in Frage stehenden Problems unbefangen heranzugehen.

Inhaltlich wird der Stoff in 14 Abschnitte gegliedert, deren Gleichwertigkeit allerdings angezweifelt werden kann. Einleitend wird die Stellung der Insekten im System und die mehr wichtigen Abstammungstheorien eingehend besprochen. Die Anatomie und die Psychologie ist in einem Abschnitt zusammengefaßt. Die Bearbeitung dieses Stoffes ist zum größten Teil deskriptiv, im ganzen betrachtet auch etwas unübersichtlich. Durch die Vorausstellung der allgemeinen Einteilung des Insektenkörpers unter Einbeziehung der Phylogenie der Körperabschnitte einerseits und der einzelnen Sklerite und Körperanhänge im besonderen und bei Berücksichtigung der vergleichend morphologischen Untersuchung von Snodgrass, Mc. Gilliway und anderen, hätte dieser Abschnitt vielleicht an Übersichtlichkeit und innerem Zusammenhang gewinnen können. Musterhaft in Kürze und organischem Aufbau ist die Embryologie, Entwicklung und Metamorphose dargestellt. Der Färbung der Insekten, einschließlich Mimikrie, Melanismus usw. ist ein verhältnismäßig breiter Raum gewidmet. Das gleiche gilt für die Wechselbeziehung von Insekten und Pflanzen. Bei der Besprechung der Beziehungen zwischen Insekten und anderen Tieren, mit Ausschluß anderer Insekten, wird die Rolle der Vogelwelt einer eingehenden Erörterung unterzogen. Dies ist übrigens der einzige Abschnitt, in welchem der Autor sich bei der Anführung von Beispielen auf Nordamerika beschränkt, während ansonst solche aus allen geographischen Verbreitungsgebieten aufgezählt werden. Die verschiedenen Theorien über Tropismus bezw. Instinkt, sowie die Einteilung und das Wesen der verschiedenen Tropismen sind wieder musterhaft kurz und prägnant besprochen. Ähnliches gilt für die Paläontologie.

Als einzigen wirklich schwachen Punkt des Werkes möchte ich die Behandlung der Autökologie bezeichnen. Hier macht sich die vom Autor selbst in seiner Einleitung bekannten Vernachlässigung der neueren deutschen und russischen Literatur deutlich bemerkbar. Aber abgesehen davon, also aufbauend auf die amerikanisch-angelsächsische Literatur, ist die Besprechung der physiographischen, die Entwicklung und Vermehrung der Insekten beeinflussenden Faktoren zu kurz gefaßt. Etwas mehr Berücksichtigung erfuhr die Synökologie.

Als Schluß dient dem Autor folgerichtig die Bedeutung der Insekten für den Menschen. Die Einteilung der Hauptschadensgebiete, unter Berücksichtigung

der geschichtlichen Entwicklung der Landwirtschaft einerseits und die Besprechung der wichtigsten Schädlinge einzelner Kontinente und Länder andererseits, rundet das Gesamtbild über die Insekten in richtiger Weise ab.

Das Buch setzt bereits zoologische bezw. entomologische Kenntnisse voraus. Es ist weniger für den Studierenden als vielmehr für den wissenschaftlich und praktisch arbeitenden Entomologen bestimmt und wird für diesen eine wertvolle Bereicherung seiner Handbücherei bedeuten. Schedl.

Gnadinger, C. B., Pyrethrum Flowers. Mit 269 Seiten, 39 Abb., 84 Tabellen und einem ausführlichen Literaturverzeichnis. Mc Laughlin Gormley King Co., Minneapolis, Minnesota 1933.

Nur wenige Insektizide haben in neuester Zeit so allgemeines Interesse erweckt und haben solch internationale Bearbeitung erfahren wie die Pyrethrine. Die Literatur ist demnach derart umfangreich geworden, Gnadingers Liste enthält nicht weniger als 604 Einzelarbeiten, daß eine Zusammenfassung derselben schon längst dringendes Bedürfnis geworden war. Unter dem bescheidenen Titel „Pyrethrum-Blüten" bringt nun Gnadinger, welcher sich selbst um die quantitative Analyse der Pyrethrine, die Beziehung zwischen Reifegrad der Blüten und den Pyrethringehalt derselben, die relative Giftigkeit der Pyrethrine I und II, die Wirkung der Lagerung der Blüten auf den Pyrethringehalt und die Herstellung von konzentrierten Pyrethrumauszügen verdient gemacht hat, in typisch angelsächsischer Kürze einen Aufriß über das bisherige Wissen in der Pyrethrumfrage.

Inhaltlich gliedert sich der Stoff in 16 Abschnitte, von welchen die beiden ersten der systematischen Stellung, der Beschreibung, der Heimat und Kultur der Pyrethrumpflanzen gewidmet sind. Zahlenangaben über die Erzeugung der einzelnen Produktionsländer sowie über die Einfuhr von Pyrethrumblüten in die USA. (in der Zeit von 1921—1931 wurden nicht weniger als 78 Mill. Pfund im Werte von 18,7 Mill. US.-Dollar importiert) geben beredtes Zeugnis von der wirtschaftlichen Bedeutung des Pyrethrums sowohl für den Produzenten als auch für den Konsumenten.

Die Abschnitte über den wirksamen Bestandteil der Blüten, die Pyrethrine, umfaßten zunächst eine ausführliche Wiedergabe der Forschungen bezüglich der Isolierung, der chemischen Zusammensetzung und der quantitativen Analyse auf chemischem und biologischem Wege. Die kurze Zusammenfassung aller einschlägigen Methoden, welche den mit der Frage einigermaßen vertrauten Chemiker oder Biologen Nachprüfungen bezw. weiterbauende Arbeiten ermöglichen, machen diesen Teil des Buches besonders wertvoll. Die Streitfragen bezüglich des Zeitpunktes, zu welchen die Blüten am vorteilhaftesten geerntet werden, sowie der insektizide Wert der verschiedenen Provenienzen wird endgültig geklärt. Die Besprechung der Wirkung der Pyrethrine auf warmblütige und wechselarme Tiere rundet den theoretischen Fragenkomplex ab.

Auf die mehr praktischen Fragen eingehend, behandelt Gnadinger vorerst die gewöhnlich vorkommenden absichtlichen und zufälligen Verunreinigungen sowie die Mittel und Wege zu ihrer Erkennung. Die Technik der Sortierung des Rohmateriales, des Mahlens und der Extraktion wird begreiflicherweise nur in großen Zügen gestreift. Mehr intensiv befaßt sich der Autor wieder mit dem Anwendungsgebiet der Pyrethrumbekämpfung. Für den Haushalt, für Stallungen, für die direkte Behandlung von Haustieren und den Gebrauch in Garten und Feld werden die Zusammensetzung, die Herstellungsweisen und die Technik der Anwendung eingehend besprochen, wie auch Ergebnisse von einschlägigen Versuchen mitgeteilt. Gnadinger gibt dabei der Hoffnung Ausdruck, daß nunmehr, nachdem die genaue Dosierung wegen der gelungenen quantitativen Analyse möglich ist, die bis vor kurzer Zeit geteilte Meinung über den Wert der Be-

kämpfung mit Pyrethrumpräparaten allmählich schwinden wird. Abschließend erörtert Gnadinger die Möglichkeit und die Aussichten der Kultur von Pyrethrumpflanzen in den USA. Da auch Deutschland auf das Pyrethrum als Insektizid nicht ganz verzichten kann und uns derzeit keine anderen Möglichkeiten als der Import zur Verfügung stehen, verdienen auch diese Ausführungen gewisse Beachtung.

Alles in allem enthält Gnadingers Werk ein recht umfangreiches Tatsachenmaterial, welches unter großen Gesichtspunkten zusammengefaßt ist und in Verbindung mit dem ausführlichen Literaturverzeichnis ein für den sich mit der Pyrethrumfrage beschäftigenden Entomologen und Chemiker kaum zu entbehrendes Nachschlagewerk bildet. Ausstattung, Druck und Abbildungen sind vorzüglich. Schedl.

Berichtigung.

Im Aufsatz von A. Pfeffer „Die Borkenkäfer und ihre Standpflanzen" in Heft 1 des XXI. Bandes dieser Zeitschrift sind folgende Fehler zu berichtigen:

Seite 150, Zeile 16 und Seite 160, Zeile 1 muß es heißen statt *Salix silesiaca* richtig *Salix incana.*

Seite 159, Zeile 3 statt *Pinus numidica* richtig *Abies numidica.*

Band XXII, Heft 4.

Originalaufsätze.

Zur Frage nach der Abhängigkeit der Entwicklung des Kiefernschwärmers Sphinx pinastri L. von Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Von

Karl Gößwald, zurzeit Berlin-Dahlem.

(Ausgeführt im Institut für angewandte Zoologie München
mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft.)

(Mit 1 Abbildung.)

Inhalt.

Seite

A. Einleitung 522
1. Zweck der Arbeit 522
2. Material und Methode 523
B. Der Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung und Bevölkerungsbewegung von *Sphinx pinastri* L. 524
I. Die Larvenentwicklung bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit 525
1. Die Sterblichkeit 525
2. Die Entwicklungsgeschwindigkeit 526
II. Die Entwicklung des Puppenstadiums und die Frage der Generationenzahl . 527
1. Die Überlebensfähigkeit der Puppen des Kiefernschwärmers bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit 527
2. Die Entwicklungsdauer des Puppenstadiums 527
III. Kritik der Bevölkerungsbewegung des Kiefernschwärmers 529
C. Zur Frage der biologischen Bekämpfung 530
D. Schluß, Zusammenfassung der Ergebnisse 531
Literatur 532

* * *

A. Einleitung.

1. Zweck der Arbeit.

Durch Prüfung der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsempfindlichkeit verschiedener Forstschädlinge, wie Forleule, Nonne, Kiefernspanner und Kiefernspinner usw., wurde die große Bedeutung klimatischer Faktoren für die Massenvermehrung der aufgeführten Arten erwiesen.

Nun gibt es aber eine ganze Reihe von Arten, ebenfalls aus der Familie der Lepidopteren, die auf Grund ihrer physiologischen Veranlagung wohl imstande wären, dem Wald einen noch viel verheerenderen Schaden zuzufügen, als die oben erwähnten Großschädlinge und sich trotzdem im großen Haushalt ihres Biotops kaum bemerkbar machen. Ein besonders auffälliges Beispiel hierfür ist der Kiefernschwärmer *Sphinx pinastri* L. Die Nahrungsaufnahme der großen gefräßigen Raupe des Kiefernschwärmers beträgt ein Vielfaches der Futtermenge, welche einem einzelnen der unscheinbaren „Großschädlinge" zum Opfer fällt. Aber der Kiefernschwärmer tritt nie in den unerhörten Massen der berüchtigten Großschädlinge auf, seine Bevölkerungsdichte bleibt vielmehr stets so beschränkt, daß ein großer Schaden nicht verursacht werden kann.

Nachdem nun die Ursachen der Bevölkerungsbewegung der Großschädlinge — wenigstens soweit sich heute übersehen läßt — festgestellt sind, scheint es nicht weniger wichtig zu untersuchen, warum andere, ihrer Veranlagung nach doch viel gefährlichere Arten nicht zu dieser Massenvermehrung und daher auch nicht zu dieser furchtbaren Schädigung des Waldes befähigt sind. Erst die Möglichkeit des Vergleiches bietet eine exakte wissenschaftliche Grundlage zur Einschätzung des Faktors Klima; außerdem ist die Kenntnis eines die Massenvermehrung einer besonders gefräßigen Art hemmenden Faktors wichtig für den Fall, daß sich die Voraussetzungen für deren geringe Bevölkerungsdichte ändern und schließlich ist aus der Erkenntnis des hemmenden Faktors ein Weg zur Bekämpfung der die Kalamitäten verursachenden Arten zu erwarten.

Zunächst lag es nahe, auch beim Kiefernschwärmer den Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung festzustellen. Die fast gleich bleibende Bevölkerungsdichte, welcher der starke Rhythmus der Auf- und Abwärtsbewegung der Großschädlinge fehlt, läßt auf eine weitgehende Unabhängigkeit von veränderlichen Faktoren, wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit, schließen.

Es sei mir gestattet, Seiner Magnifizenz, Herrn Geheimrat Univ.-Prof. Dr. Karl Escherich herzlichst und aufrichtigst zu danken, für das große Interesse und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit und ebenso der Notgemeinschaft der Deutschen

Wissenschaft, welche mir mit der Gewährung eines Stipendiums die Untersuchungen ermöglichte.

2. Material und Methode.

Als Ausgangsmaterial dienten Puppen, die aus verschiedenen Forstämtern gelegentlich mit Spannerpuppen eingesandt worden waren. Damit wird zwar die Bedingung der Einheitlichkeit des Materials nicht erfüllt, aber schließlich ist die bisher meist gebräuchliche Methode, Stammaterial aus einer Gegend, etwa einem Forstamt zu verwenden, auch nicht exakt, da das „Forstamt" kein mikroklimatisch einheitlicher Begriff ist. Der weitere Verlauf der Untersuchungen wird zudem zeigen, daß gerade bei der vorliegenden Arbeit am Kiefernschwärmer die Verschiedenartigkeit der Herkunft den Wert der Ergebnisse erhöht; denn eine besondere Abhängigkeit der Massenvermehrung vom Klima konnte nicht nachgewiesen werden, und dieser Befund ist, da er einheitlich ist, um so wichtiger, je mehr Stämme zur Untersuchung gelangten.

Ein großer Teil der Puppen, etwa 30 %, erwies sich als parasitiert. Die Schwärmer kopulierten in großen Drahtkäfigen. Die Eiablage erfolgte an den Wänden des Zuchtkäfigs und an den Nadeln der beigegebenen Kiefernzweige. Auf besondere Untersuchung der Eier wurde verzichtet, da ein Vorversuch ergeben hatte, daß diese ganz unabhängig von dem Grad der umgebenden Luftfeuchtigkeit in Petrischalen 100prozent. schlüpften. Als Ziel war ja ins Auge gefaßt worden, die Frage der Abhängigkeit vom Klima zu klären, auf Einzelheiten des Verlaufes der Entwicklung sollte hierbei keine Rücksicht genommen werden, da sie für die vorliegende Art ohne praktische Bedeutung sind.

Die Zahl der Versuchstiere wurde absichtlich gering gehalten; denn einmal schließt die Größe der Raupen von vornherein eine Massenzucht im Thermostaten aus, andererseits scheint es mir viel wichtiger, exakte und biologisch einwandfreie Ergebnisse an wenig Individuen zu erlangen, als mit einem erdrückenden Zahlenmaterial imponieren zu wollen.[1])

[1]) Die Erfahrung lehrt, daß von einer guten Pflege und Einzelbeobachtung im letzten Fall keine Rede mehr sein kann. Wenn die biologischen Grundlagen der Exaktheit des Versuches fehlen, nützt keine noch so geistreiche mathematische Formulierung der Ergebnisse und die Genauigkeit, die durch großtönende Zahlen vorgetäuscht werden kann, hängt in der Luft. Gewiß muß das Ziel bleiben, möglichst viele Einzelindividuen zu beobachten, um zu einem guten Durchschnittswert zu gelangen; wenn aber die Zahl der Versuchstiere über das Pflege- und Beobachtungsvermögen des Versuchsanstellers hinausgeht, dann bedeuten die kleinen Mängel, die durch geringe (nicht zu geringe) Zahl der Beobachtungen entstehen, nichts gegenüber den durch eine mangelhafte Pflege verursachten Abweichungen in Entwicklung, Sterblichkeit usw. Darin ist wohl die Hauptursache zu suchen, wenn Theorie und Praxis so oft im Gegensatz zu stehen scheinen. Auch ökologische Arbeiten setzen biologisches Verständnis voraus, mit bevölkerungsstatistischen Talenten ist hier nicht gedient.

In dem größeren Typ von Zuchtgläsern (vgl. Gößwald 1935) wurden je 10 Eiraupen ausgesetzt; nach der dritten Häutung wurden die Raupen zu je 5 gehalten. Das Futter (Kiefern) wurde täglich frisch vorgesetzt und stand stets in frischem Wasser, so daß die Tiere selbst in niederer Luftfeuchtigkeit noch gutes Futter hatten. Bei der Aufstellung der Feuchtigkeitswerte wurde der Einfluß des Futters bereits berücksichtigt.

Zur Untersuchung gelangten 9 Temperaturstufen von 7—35 ° C, jede Temperaturstufe wurde bei 90 % relativer Luftfeuchtigkeit untersucht, außerdem wurden in dem Temperaturbereich 16 ° C 5 Luftfeuchtigkeitsstufen von 20—100 % relativer Luftfeuchtigkeit geprüft.

Da die übrigen prinzipiellen Einzelheiten der Technik schon in einer früheren Arbeit (1935) ausführlich beschrieben wurden, braucht hier nicht mehr näher darauf eingegangen zu werden.

B. Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung und Bevölkerungsbewegung von Sphinx pinastri L.

In dieser Arbeit soll nun die Frage geklärt werden, inwieweit die klimatischen Faktoren, insbesondere Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklung und Sterblichkeit des Kiefernschwärmers einwirken; ihre Lösung steht in Zusammenhang mit der Frage nach der Ursache des Fehlens explosionsartiger Massenvermehrungen der Art. Die physiologischen Voraussetzungen hierzu wären gegeben; denn *Sphinx pinastri* L. besitzt eine sehr große Vermehrungspotenz, und zwar beträgt diese nach Schwerdtfeger (1934) 100 im Vergleich zu 75 der Eule und 33 des Kiefernspanners. Trotzdem findet nach Schwerdtfeger (1934) beim Kiefernschwärmer kaum jemals eine über den eisernen Bestand hinausgehende Übervermehrung statt.[1])

Die Tatsache einer besonders großen Fruchtbarkeit im Verein mit der Erscheinung einer fast flach verlaufenden Gradation (vgl. Fußnote) bietet keine Grundlage zur Annahme einer spezifischen Einwirkung von klimatischen Faktoren. Bei den bekannten Großschädlingen beruht die Befähigung zur Massenvermehrung auf einem ausgeprägten Reaktionsvermögen gegen Klimaschwankungen, sobald diese eine für die betreffende Art vorteilhafte Konstellation annehmen. Wahrscheinlich setzt aber der Besitz eines besonders wirksamen Temperaturoptimums, das nur relativ selten erreicht wird, auch das Vorhandensein entwicklungsbeschränkender Temperaturen in nicht allzu großem Abstand von dem Temperaturoptimum voraus, so daß das Klima sowohl fördernd wie

[1]) Wenn überhaupt von einem Massenwechsel des Kiefernschwärmers gesprochen werden kann, so ist dieser doch sehr wenig ausgeprägt. Nach Feststellungen von Schwerdtfeger steigt die Zahl der Puppen (gesund?) von dem sogenannten eisernen Bestand, welcher sich um 1 pro 100 qm bewegt auf nicht ganz 30 pro 100 qm, während sich der Kiefernspanner von 0,1/qm auf annähernd 30/qm vermehrt.

hemmend wirken kann und hier mithin als sehr wesentlicher Faktor bei der Massenvermehrung anerkannt werden muß. Nachdem im Gegensatz zu den Großschädlingen der Kiefernschwärmer kaum jemals richtig in Massenvermehrung tritt, liegt für ihn die Vermutung nahe, daß er nicht oder nur in ganz geringem Maße der Einwirkung von Witterungsschwankungen unterworfen ist, und daß vielmehr andere Faktoren, die eine konstantere Einwirkung ermöglichen als das Klima, die Darniederhaltung der Art besorgen.

Die Untersuchungen ergeben, daß *Sphinx pinastri* L. tatsächlich einen äußerst großen klimatischen Widerstandsbereich aufzuweisen hat, wie er bei keinem der untersuchten Großschädlinge festgestellt wurde. Die Sterblichkeit ist in einem sehr großen Bereich Null, die möglichen Temperaturschwankungen des Freilandes fallen alle in diesen Bereich. Die Lebensfähigkeit kann also nicht noch durch günstige Temperaturbedingungen wesentlich erhöht werden, das ganz geringe Wachstum der Population, das gelegentlich beobachtet wird (vgl. Friederichs 1932, Schwerdtfeger 1934), mag zum Teil auf eine Erhöhung der Fruchtbarkeit durch vorteilhafte Temperatur bedingt sein, oder aber auf eine Verschiebung des Parasitenbestandes zurückzuführen sein (vgl. S. 530).

I. Die Larvenentwicklung bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

1. Die Sterblichkeit.

Ein Sterbefall wurde vom Schlüpfen der Raupen bis zu ihrer Verpuppung in allen für das Freiland zur Entwicklungszeit in Frage kommenden Temperaturstufen von 10—35 ° C (ausgenommen einen einzigen, auf technische Einwirkung zurückzuführenden Fall) nicht festgestellt. Ein Aufzeichnen von Mortalitätskurven erübrigt sich daher. Die erhaltenen Puppen waren alle normal und erreichten auch die Imaginalreife. Nur bei extrem niederer Temperatur gelangten unter konstanter Einwirkung die Tiere nicht mehr zur Reife. Bei 7 ° C kamen die Raupen noch in das zweite Stadium, gingen aber dann ein.

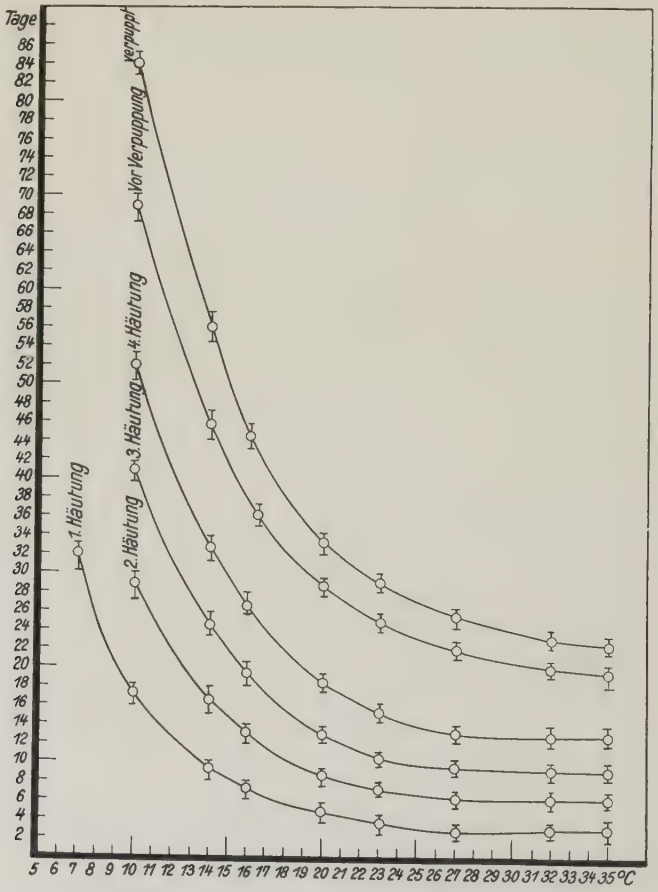
Die Abhängigkeit von Unterschieden der Luftfeuchtigkeit war ebenfalls nicht sehr groß. Nur bei konstanter, besonders hoher und niedriger Luftfeuchtigkeit wurden Sterbefälle festgestellt. Bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit starben in Temperaturstufe 16 ° C von 10 Raupen 3, und zwar eine im IV. Stadium vor der Häutung, 18 Tage alt, die zwei anderen starben im letzten V. Stadium. [1]) In der Luftfeuchtigkeitsstufe

[1]) Die Tiere waren auf ihren pH-Wert geprüft worden, in allen übrigen Stufen des Versuches wurde dies ohne Folgen ertragen, doch besteht die Möglichkeit, daß gerade in den extremen Bedingungen die Entnahme von Blut nachteilige Folgen hatte, so daß die Todesfälle nicht auf klimatische Faktoren zurückzuführen wären; von der Stufe 7 ° C abgesehen starben die obenerwähnten Raupen stets erst nach der Operation. Das gleiche gilt für die beiden Sterbefälle bei 20 % relativer Luftfeuchtigkeit.

20 % starben von 10 Raupen 2, beide im V. Stadium und erst nach der Operation zur pH-Untersuchung. Zusammenfassend ist also zu der Einwirkung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Sterblichkeit der Raupen zu sagen, daß diese in dem Bereich des Freilandklimas überhaupt keine Bedeutung hat.

2. Die Entwicklungsgeschwindigkeit.

Eine Betrachtung der Entwicklungsgeschwindigkeit von *Sphinx pinastri* L. (vgl. Abb.) bestätigt zunächst die wiederholt gemachte Beobachtung einer sehr langen Dauer des letzten Larvenstadiums, in dem die Tiere auch besonders stark heranwachsen. Typisch ist für die untersuchte Art die geringe Schwankung der Entwicklungsdauer von 20° C ab bis zu 35° C. Von 27—35° C ist bei jungen Stadien überhaupt kein wesentlicher Unterschied in der Entwicklungs-



Entwicklungsdauer von *Sphinx pinastri* L. vom Schlüpfen aus dem Ei bis zur Verpuppung bei verschiedener Temperatur und bei 90 % relativer Luftfeuchtigkeit mit Angabe der Maximum- und Minimumwerte.

geschwindigkeit festzustellen. Diese weitgehende Unabhängigkeit der Entwicklungsdauer von Temperaturgraden in einem Spielraum, der für andere, epidemiologisch veranlagte Arten noch einen sehr großen Einfluß ausübt, steht in Übereinstimmung mit der weitgehenden Unabhängigkeit der Überlebensdauer von den Temperaturunterschieden. Erst extrem niedrige Temperaturstufen wirken stark hemmend auf die Entwicklung ein. Da der Art keine forstliche Bedeutung zukommt, erübrigt es sich, weiter auf Einzelheiten einzugehen.

II. Die Entwicklung des Puppenstadiums und die Frage der Generationenzahl.

1. Die Überlebensfähigkeit der Puppen des Kiefernschwärmers bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Die in dem Versuch zur Verpuppung gelangten Individuen wurden weiter den verschiedenen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen ausgesetzt; sämtliche lieferten voll entwickelte Imagines. Dabei erstreckt sich der untersuchte klimatische Bereich von 10—35 ° C (stets bei 90 % relativer Luftfeuchtigkeit) und bei 16 ° C von 100—20 % relativer Luftfeuchtigkeit. Die Entwicklungsmöglichkeit der Art geht also weit über den zur Anpassung an den Biotop (Nadelwaldstreu) erforderlichen Widerstandsbereich hinaus.[1])

Damit ist bereits *Sphinx pinastri* als euryök gekennzeichnet. Während die Puppen anderer Lepidopteren, die in der Bodenstreu überwintern, in stets sehr hoher Luftfeuchtigkeit gehalten werden müssen, gedeiht *Sphinx pinastri* auch dann, wenn man die Puppen frei auf dem Labortisch liegen läßt.

2. Die Entwicklungsdauer des Puppenstadiums.

Ein weiteres Kennzeichen hoher ökologischer Valenz der untersuchten Art ist die Möglichkeit einer zeitlich nicht an das Erscheinen im Freiland gebundenen Entwicklung zur Imago. Ökologisch sehr streng gebundene Arten, wie die oben erwähnte *Parasetigena segregata* Rond. entwickeln sich auch dann erst zu dem der natürlichen Schlüpfperiode entsprechenden Zeitpunkt, wenn auf sie hohe Temperatur während des Winters einwirkt. *Sphinx pinastri* L. dagegen schlüpft vorzeitig unter der Einwirkung hoher Temperatur. Dabei ist der Kiefernschwärmer durchaus nicht einheitlich veranlagt, was die Abhängigkeit der Entwicklung von der Temperatur anbelangt: Teilweise gelangten zwei Generationen zur vollständigen Entwicklung bei entsprechend hoher Temperatur, doch war der Er-

[1]) Vgl. hierzu die Entwicklungsfähigkeit der Aasfliege *Sarcophaga Schützei* Kram., welche bei sehr weit auseinanderliegenden Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen schlüpfte und sich auch durch hohe Temperatur in der Entwicklung beschleunigen ließ, im Gegensatz zu der Nonnentachine *Parasetigena segregata* Rond., welche sowohl biologisch wie ökologisch streng gebunden ist (Göß-wald 1934 a).

folg in den gleichen Temperaturstufen nicht einheitlich. Die Individuen, die dauernd hoher Temperatur von 25—35 ° C ausgesetzt waren, zeigten die größte Neigung zum sofortigen Schlüpfen: bei 35 ° C schlüpften alle nach kurzer Zeit (etwa 14 Tagen), bei 32 ° C kamen von 10 Puppen 9 aus (nach 17 Tagen), bei 27 ° C schlüpften 7 nach ca. 18 Tagen, bei 23,5 ° C noch 5, also die Hälfte, und zwar nach 20 Tagen und 16 ° C nur noch eine nach 21 Tagen. Auffallend ist der geringe Unterschied der Zeitspanne von der Verpuppung bis zum Schlüpfen bei den verschiedenen Temperaturstufen.

Die Puppen, die nicht durch hohe Temperatur zum sofortigen Schlüpfen veranlaßt worden waren, gelangten erst 5 Monate später zur Imaginalreife, auch wieder sehr einheitlich. Übergänge zwischen dem Sofortschlüpfen und dem Nachschlüpfen gibt es nicht. Die Zeit der zweiten Schlüpfperiode fällt in die Monate Dezember und Januar, was etwa der Schlüpfzeit auch von anderen Sphingiden entspricht, die man im Zimmer aufzieht.

Es sind also beim Kiefernschwärmer der Veranlagung nach 2 Typen zu unterscheiden: der eine wird durch hohe Temperatur zum sofortigen Schlüpfen veranlaßt (nach Verlauf eines Monats wurden alle Tiere gleichmäßig Laboratoriumstemperatur und Luftfeuchtigkeit ausgestzt), während beim anderen hohe Temperatur nur allmählich zur vorzeitigen Imaginalausbildung führt. In dem zweiten Fall handelt es sich um eine Vorverlegung des Zeitpunktes der Imaginalentwicklung, nicht aber um eine Entwicklungsbeschleunigung, wenn man die Temperatursumme mit der Entwicklungszeit vergleicht. Die Entwicklung zu anormaler Jahreszeit hat eine Verzögerung zur Folge (vgl. *Dendrolismus pini* L., Gößwald 1934 b).

In warmen Gegenden mag auch im Freien eine doppelte Generation möglich sein, in der Umgebung von München genügte die hier zur Verfügung stehende Temperatursumme in dem Beobachtungsjahr 1934 nicht. [1])

Es ist also zusammenfassend folgendes bezüglich des Einflusses der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Puppen zu sagen: 1. Hohe Temperatur kann die sofortige Entwicklung zur Imago auslösen. 2. Hohe Temperatur ist imstande, den Zeitpunkt der Imaginalreife früher zu legen, als es den Verhältnissen im Freien entspricht; dabei muß die Entwicklung durchaus nicht beschleunigt worden sein, es wird nur der Rhythmus gestört, die Entwicklungsgeschwindigkeit auf Temperatureinheiten umgerechnet sogar gehemmt. 3. Beide Formen der Tempe-

[1]) Es waren Raupen des 3. Stadiums der im Labor gezogenen 2. Generation im Forstenrieder Park (Umgebung München) ausgesetzt worden, um die Entwicklungsgeschwindigkeit vergleichsweise mit Laborversuchen festzustellen. Die im Freiland angesetzten Tiere blieben sehr zurück, sie hatten noch nicht die Reife zur Verpuppung erlangt, als das Frostwetter bereits einsetzte, im Labor dagegen gelangten die Puppen der zweiten Generation mühelos zur Verpuppung.

ratureinwirkung stellen keine Gegensätze dar, die sich gegenseitig ausschließen. Die untersuchte Art hat die Veranlagung, bei Einwirkung hoher Temperatur entweder sofort mit Imaginalentwicklung zu reagieren oder aber allmählich zu einem früheren Zeitpunkt als im Freien unter dem Einfluß der Winterruhe zur Reife zu gelangen.

III. Kritik der Bevölkerungsbewegung des Kiefernschwärmers.

Aus den Untersuchungen ist folgendes zu entnehmen: Die Mortalität ist in den natürlicherweise in Frage kommenden Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbereichen gleich Null. Auch die Entwicklungsgeschwindigkeit ist weitgehend unabhängig von der Witterung. Auf Grund dieser Feststellung ist anzunehmen, daß im Freien die Entwicklung des Kiefernschwärmers ebenfalls in sehr geringem Maße von Witterungseinflüssen beherrscht wird. Stellen wir dieser Folgerung die Tatsache gegenüber, daß der Kieferschwärmer einen sehr konstanten, aber zugleich auch niedrigen Bevölkerungsstand aufzuweisen hat, dann steht wohl die Konstanz der Populationsdichte in Übereinstimmung mit der unabhängigen Entwicklung von inkonstanten Witterungsfaktoren; wie aber ist die geringe Dichte der Population zu erklären, bei der großen Fruchtbarkeit des Kiefernschwärmers? Nachdem selbst die bisher bei den Großschädlingen als besonders wichtig erkannten abiotischen klimatischen Faktoren als Gegengewicht einer Massenvermehrung der Art nicht in Frage kommen, dürfte die Ursache auch nicht bei anderen abiotischen, sondern bei biotischen Faktoren zu suchen sein, und zwar müssen diese in der Lage sein, sehr konstant einzuwirken. Diese Bedingung wird erfüllt von den Parasiten, indem hier von seiten des Wirtes selbst die Voraussetzung für eine konstante Einwirkung gewährleistet wird. Wie im Ablauf des Entwicklungszyklus einer Art einmal der abiotische und ein andermal der biotische Faktor der bedeutendere sein kann (vgl. Göß wald 1934 a, Die Nonnenjungraupen als abiotisch und die Nonnenaltraupen als biotisch kritisches Studium), so gibt es biotisch und abiotisch kritische Arten. Die abiotisch kritischen sind die klimatisch sensiblen Arten; diese neigen zu eruptionsartigen Massenvermehrungen und werden daher sehr schädlich, die biotisch kritischen Arten dagegen sind klimatisch indifferent, sie werden vorwiegend durch Parasiten und andere natürliche Feinde in ihrer Vermehrung gehemmt, treten selten schädigend auf, sie stellen das Massenkontingent der Insektenarten.

Vorwiegend auf Grund der Erkenntnis von der Einwirkung des Klimas auf die Massenvermehrung einiger Großschädlinge versucht man die Annahme eines biozönotischen Gleichgewichtes in Frage zu stellen, bedenkt aber nicht, daß es sich bei diesen Großschädlingen im Vergleich zum Ganzen um Ausnahmefälle handelt, die eben dadurch, daß sie aus dem Rahmen des biozönotischen Gleichgewichtes herausfallen, in Massen und daher schädlich auftreten. Im großen und ganzen gibt es ein biozönotisches Gleichgewicht, nur ist das System kein statisches, sondern

ein dynamisches, d. h., das Gleichgewicht kann vorübergehend gestört werden, stellt sich aber schließlich wieder ein.

Nach dieser Erkenntnis von der Unabhängigkeit der Vermehrung vieler Arten von der Witterung und der Notwendigkeit der Abnahme des Einflusses der Parasiten, läßt sich die Bevölkerungsbewegung der Insekten ganz zwanglos erklären: Massenvermehrungen entstehen, wenn eine Art ohne ihre Parasiten irgendwohin verschleppt wird (vgl. Schwammspinner in Amerika); in diesem Fall ist es gleich, ob es sich um eine klimatisch indifferente oder sensible Art handelt. Oder die Art gerät in ihr klimatisches Optimum und erlangt dadurch erhöhte Überlebensfähigkeit und Fruchtbarkeit; hier ist der hemmende Faktor der Einfluß des Klimas. Die Parasiten sind nur in einer geringen Zahl vorhanden, die dem „eisernen Bestand" entspricht, oder sie fehlen zeitweise ganz und vermögen der klimatisch bedingten Übervermehrung der Art daher nicht sofort zu folgen. Keine Massenvermehrung dagegen findet dann statt, wenn die Art (vgl. Kiefernschwärmer) indifferent oder fast indifferent ist gegen die in ihrem Biotop in Frage kommenden klimatischen Einwirkung. Hier ist ein kontinuierlcher Stamm sowohl der Wirte, wie der Parasiten, welche die Übervermehrung verhindern, vorhanden.

Kleine Gradationen, die aber so unbedeutend sind, daß sie diesen Namen gar nicht verdienen, kommen gelegentlich auch beim Kiefernschwärmer vor, und zwar werden sie im Verein mit der Massenvermehrung von Schädlingen beobachtet (z. B. mit der Kieferneule, vgl. Friederichs 1932). Hier kann das Klima doch etwas die Fruchtbarkeit erhöht haben, oder, was wahrscheinlicher ist, die Ursache ist in der Abwanderung von Parasiten auf die nun in Mengen vorhandenen anderen Wirte zu suchen. Vielleicht wirken beide Faktoren zusammen.

Unter dem Gesichtspunkt der Arterhaltung kann man die Tatsache, daß der Kiefernschwärmer nicht in Massen auftritt, als Vorteil für diese Art deuten. Während nämlich die kleineren Arten der „Großschädlinge" verhältnismäßig nur wenig Nahrung aufnehmen, so daß erst durch die ungeheuer großen Massen Kahlfraß herbeigeführt wird und diese also eine Anzahl von Jahren in Übervermehrung begriffen sein können, ohne daß sich Nahrungsmangel einstellt, würde für die gefräßigen Schwärmerraupen, welche viel größere Mengen an Nahrung vertilgen, eine Übervermehrung in dem Sinne der Großschädlinge in kürzester Zeit den Kahlfraß und damit wieder das sofortige Zurückgehen der Population zur Folge haben, bevor eine nur annähernd große Zahl an Individuen, wie beispielsweise bei Nonnen, erreicht sein könnte. Schon aus Gründen der Ernährung wäre eine Massenvermehrung des Kiefernschwärmers ausgeschlossen.

C. Zur Frage der biologischen Bekämpfung.

Aus der Darniederhaltung des Kieferschwärmers durch Parasiten ergibt sich die Folgerung, daß auch die Großschädlinge mit Parasiten

und anderen biologischen Feinden bekämpft werden können, unter der Voraussetzung, daß diese in einer der Zahl der Wirte entsprechenden Menge vorhanden sind. Sind die Schädlinge bereits auf dem Kulminationspunkt der Massenvermehrung angelangt, dann ist es unmöglich, eine entsprechend große Anzahl von Parasiten in der nötigen kurzen Zeit aufzubringen. Daher liegt der ganze Erfolg der Bekämpfung klimatisch sensibler Schädlinge darin, den Beginn der Massenvermehrung rechtzeitig zu erfassen und zu diesem Zeitpunkt bereits die Parasiten auszusetzen. Bei sorgfältiger Beobachtung des Waldes bietet die Erkenntnis dieses Zeitpunktes heute, nach gründlicher Untersuchung der Epidemiologie der wichtigsten Schädlinge, keine Schwierigkeiten mehr. Natürlich genügt es nicht, die Parasiten einfach an die Luft zu setzen und sie einem gütigen Schicksal zu überlassen; ihr Lebenslauf ist gerade wegen seiner Kompliziertheit genauestens zu erforschen und ebenso sind die ökologischen Bedürfnisse klarzulegen. Erst dann ist ein Erfolg zu erzwingen.

Grundsätzlich ist also eine biologische Bekämpfung möglich, aber es bedarf noch vieler Mühe bis zum Erfolg, die aber nicht gescheut werden darf, wenn man bedenkt, daß die biologische Bekämpfung der chemischen unter den bisherigen Verhältnissen in jedem Fall vorzuziehen ist; denn die chemische Bekämpfung setzt im Wald erst dann ein, wenn der Schaden bereits sehr groß geworden ist, die biologische aber zweckmäßig dann, wenn eine Schädigung erst anfängt, sich bemerkbar zu machen. Ein Recht dazu, ein abfälliges Wort über die biologische Bekämpfung deshalb zu sprechen, weil die Zucht der Parasiten zu schwer sei, besteht so lange nicht, bis man sich noch nicht ernsthaft mit der Massenzucht unserer „Großparasiten" bemüht hat.

D. Schluß, Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Sterblichkeit der Kiefernschwärmerraupen ist in allen für das Freiland in Frage kommenden Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsstufen gleich Null.

2. Bei der Entwicklungsgeschwindigkeit der Raupen des Kiefernschwärmers fällt die große Unabhängigkeit von Temperatureinflüssen innerhalb weiter Grenzen auf. Diese Unabhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit steht in Übereinstimmung mit der Ungebundenheit der Überlebensfähigkeit an Temperatureinflüsse.

3. Im Puppenstadium war noch über die im Freien in Frage kommenden Temperatur- und Feuchtigkeitsbereiche hinaus ein Sterbefall nicht zu verzeichnen.

4. Bezüglich der Entwicklung der Puppen sind zwei Haupttypen zu unterscheiden: einmal kann durch hohe Temperatur das sofortige Schlüpfen kurz nach der Verpuppung veranlaßt werden, andererseits führt hohe Temperatur nur allmählich zu vorzeitiger Imaginalreife nach etwa 5 Monaten. Dabei handelt es sich im zweiten Fall durchaus nicht

um eine Entwicklungsbeschleunigung, wenn man die Entwicklungsdauer der Temperatursumme gegenüberstellt, sondern vielmehr unter diesem Gesichtspunkte um eine Entwicklungsverzögerung.

5. In besonders warmen Gegenden sind theoretisch nach den Ergebnissen der Laboruntersuchungen 2 Generationen möglich. Die Temperatur der Umgebung von München reichte 1934 hierzu nicht aus.

6. Die Konstanz der Populationsdichte des Kiefernschwärmers erklärt sich aus der weitgehenden Unabhängigkeit der Art von den inkonstanten Witterungsfaktoren.

7. Die geringe Dichte der Population wird durch das konstant einwirkende Gegengewicht der Parasiten erklärt.

8. *Sphinx pinastri* L. ist ein Beispiel dafür wie klimatisch indifferente Arten ausschließlich durch biotische Faktoren niedergehalten werden, im Gegensatz zu den klimatisch sensiblen Arten, welche das Hauptkontingent der Großschädlinge stellen.

Literatur.

Friederichs, K., 1932, Kiefernspanner und Parasiten nach der Gradation. Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 19, H. 1.

Gößwald, K., 1934 a, Zur Biologie und Ökologie von *Parasetigena segregata* Rond. und *Sarcophaga Schützei* Kram. (Dipt.) nebst Bemerkungen über die fortstliche Bedeutung der beiden Arten. Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 21, H. 1.

— — 1934 b, Über die Fraßtätigkeit von Forstschädlingen unter dem Einfluß von Altersunterschieden und der Einwirkung verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit und ihre praktische und physiologische Bedeutung. 1. Untersuchung an *Dendrolimus pini* L. Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 21, H. 1.

— — 1935, Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung von *Diprion (= Lophyrus) pini* L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels. Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 22, H. 3.

Schwerdtfeger, F., 1934, Über den Verlauf von Insektengradationen. Dargestellt an einigen Forstschädlingen. Verh. Dtsch. Ges. f. angew. Entomol. (IX. Mitgliederversammlung, Erlangen).

Zur Kenntnis der Temperaturabhängigkeit der Nonne (Lymantria monacha L.).

(Vitale Zone, Aktivitätsschwellen usw. der Entwicklungsstadien.)

Von

Forstassessor **Frhr. v. Arnim**, Hann.-Münden.

(3. Beitrag zu den Nonnenuntersuchungen des Zoologischen Instituts der Forstlichen Hochschule Hann.-Münden.)

(Mit 2 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

Einleitung 534
1. Historische Übersicht 535
2. Material und Methoden 536
3. Eistadium 538
4. Larvenstadien 543
A. Temperaturextreme 543
I. Kälte 543
a) Ungeordnete Bewegungen und Starre 543
b) Kältetod 544
II. Wärme 549
a) Ungeordnete Bewegungen und Starre 549
b) Wärmetod 550
B. Aktivitätsschwellen 551
I. Geordnete Bewegungen 551
II. Vorzugstemperatur 551
5. Puppenstadium 553
6. Rückschlüsse für die Praxis 555
7. Zusammenfassung 556
Literatur 556

* *

Einleitung.

Im Jahre 1933 wurde in Ostpreußen der Beginn einer Massenvermehrung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) beobachtet, die sich in der Folgezeit zu einer schweren Kalamität entwickelte. Die wissenschaftliche und praktisch-technische Bearbeitung der Kalamität gehörte zum Aufgabengebiet des Zoologischen Instituts der Forstlichen Hochschule Hann.-Münden. Das große Eimaterial, das dem Institut im Winter 1933/34 zuging, sowie die Raupen und Puppen, die im Laufe des Sommers aus diesem Material gezüchtet wurden, ermöglichten umfangreiche experimentelle Untersuchungen. Von dem Institutsleiter Prof. Dr. Eidmann erhielt ich den Sonderauftrag, die Aktivitätsgrenzen der verschiedenen Entwicklungsstadien der Nonne zu ermitteln und die Abhängigkeit der Lebenserscheinungen von der Außentemperatur experimentell zu untersuchen.

Die Lebenserscheinungen eines Insekts spielen sich in dem vitalen Bereich zwischen Kältetod und Wärmetod ab und können nach der Intensität der Bewegungen in folgende Aktivitätsstufen untergeteilt werden (Weber, 1933): 1. Kältestarre, 2. ungeordnete Bewegungen (Kälte), 3. geordnete Bewegungen, innerhalb derer das Temperaturoptimum (Stoffwechseloptimum) liegt, 4. Stufe der Ruhelosigkeit (Aktivitätsmaximum), 5. ungeordnete Bewegungen (Wärme), 6. Wärmestarre, die rasch vom Wärmetod abgelöst wird. Als Vorzugstemperatur bezeichnet man die im Wahlversuch von dem Insekt aktiv aufgesuchte Temperaturstufe, die unter verschiedenen Bedingungen (Hunger, Häutung u. dgl.) wechseln kann.

Auf Grund von Freilandbeobachtungen ist die Ansicht verbreitet, daß die Nonne besonders in den älteren Stadien gegen Temperaturextreme relativ unempfindlich sei. Es fehlen aber hierfür ausreichende Beobachtungen, so daß es geboten erschien, diese für die Praxis außerordentlich wichtige Frage auf experimentellem Wege zu bearbeiten, um Versuchsreihen und Ergebnisse mit möglichst genauen Zahlen zu erhalten, die gegebenenfalls im Freiland auf ihre Richtigkeit hin nachgeprüft werden können. Diese Versuche sind daher vor allem als Vorarbeiten zu den Arbeiten im Freiland gedacht, die im Sommer im Rahmen der Arbeiten des Instituts im großen Stile unternommen werden, und sollen ein Weiser für deren Methodik sein. Es sei besonders betont, daß die Ergebnisse als vorläufige zu betrachten sind und an anderem Material und mit verbesserter Methodik nachgeprüft und weiter ausgebaut werden sollten.

Für die Anregung zu dieser Arbeit und für seine stete Hilfsbereitschaft bin ich meinem hochverherten Chef, Herrn Prof. Dr. Eidmann, zu großem Dank verpflichtet, den ich auch an dieser Stelle zum Ausdruck bringen möchte. Ebenso danke ich Herrn Forstassessor Wellenstein für die mir bereitwilligst erteilten Auskünfte.

1. Historische Übersicht.

In diesem Abschnitt seien nur die wichtigsten Veröffentlichungen aufgeführt, welche das vorliegende Problem betreffen. Grundlegend für alle Untersuchungen, welche sich mit der Temperatur der Insekten befassen, sind die klassischen Arbeiten Bachmetjews (1901/07). Er wandte die thermoelektrische Temperaturmessung an und ermittelte damit als erster einwandfreie Zahlen. Besonders erwähnt seien seine Untersuchungen über das Verhalten der Eigentemperatur der Insekten bei starker Herabminderung der Außentemperatur (Temperatursprung, kritischer Punkt usw.).

Seit diesen über 30 Jahre zurückliegenden Arbeiten ist erst in allerletzter Zeit eine reiche Literatur über das vorliegende Problem zu verzeichnen. Namentlich Bodenheimer hat zahlreiche neue Untersuchungen hierüber veröffentlicht. Die poikilothermen Tiere besitzen nach ihm, entgegen der alten Anschauung, keineswegs immer die Temperatur der Umgebung. In seiner letzten Arbeit kommt er zu dem Schluß, daß die Frage der Körpertemperatur der Wechselwarmen ein Schlüsselproblem für zahlreiche andere Fragen der Physiologie der Insekten, ihrer Ökologie, ja ihres Massenwechsels sei, und daß die neuesten Erkenntnisse das Problem keineswegs vereinfacht hätten: „Wir wissen heute sehr viel weniger als wir noch vor wenigen Jahren zu wissen glaubten."

Wichtige Erkenntnisse über die Kältehärte der Insekten haben die Untersuchungen Paynes und Robinsons (1927/28) (zitiert nach Friederichs und Bodenheimer) gebracht. Letzterer fand, daß das Verhältnis von gebundenem zu freiem Wasser in den Geweben, und die Fähigkeit, diesen Prozentsatz zu ändern, ausschlaggebend für die Kältehärte sei.

Von Forschern, welche zusammenfassende Abhandlungen über Temperatur und Insekten geliefert haben, seien besonders noch Shelford (1929) und Uvarov (1931) genannt.

Speziell über die Nonne sind schon frühzeitig Beobachtungen und Untersuchungen über die Temperaturabhängigkeit der verschiedenen Entwicklungsstadien gemacht worden, welche sich bis auf Ratzeburg (1840) zurückverfolgen lassen. In der überaus reichen Nonnenliteratur, die besonders in den Jahren um die Jahrhundertwende entstand, sind zahlreiche diesbezügliche Angaben zerstreut, die sich besonders auf das Eistadium und die Eiraupe beziehen. Besonders erwähnt seien unter ihnen die Arbeiten von Pauly (1891), Escherich (1911 u. 1912) und Knoche (1912), die sich eingehender mit den hier in Frage stehenden Problemen beschäftigen. In den letzten Jahren sind vor allem von der Münchener Schule Temperaturuntersuchungen angestellt worden. So hat Zwölfer neuerdings (1933 u. 1934) Arbeiten mit exakten Zahlenangaben veröffentlicht, die allerdings vorwiegend die Ökologie und den Massenwechsel der Nonne betreffen. Über

die Vorzugstemperatur der Insekten sind die Arbeiten Herters (1924) und Bodenheimers (1928/29) grundlegend.

2. Material und Methoden.

Der Fragenkomplex, der sich mit der Abhängigkeit eines Insekts von der Außentemperatur befaßt, ist so mannigfaltig, daß eine erschöpfende Behandlung in der zur Verfügung stehenden Zeit und mit den verfügbaren Hilfsmitteln hier nicht ausgeführt werden konnte; eine Auswahl unter den möglichen Versuchskombinationen mußte getroffen werden. Dies geschah hauptsächlich unter Berücksichtigung praktischer Gesichtspunkte, indem extremen im Freiland möglichen Temperaturverhältnissen besondere Beachtung geschenkt wurde.

Den breitesten Raum nehmen daher die Untersuchungen über die Einwirkungen extrem niedriger Temperaturen auf das schlüpfreife Ei und das erste Raupenstadium ein, da zu der in Betracht kommenden Jahreszeit die Lufttemperatur erheblich schwankt und sehr viel tiefer liegen kann, als es dem Optimum dieser Stadien entspricht. Ferner kommt hinzu, daß das erste Stadium der Nonnenraupe als das kritische angesehen wird (Zwölfer, 1933). Schädigende hohe Lufttemperaturen sind dagegen im April und Mai kaum zu erwarten, und direkter Sonnenbestrahlung vermag sich die Raupe, nachdem sie den Spiegel verlassen hat, durch aktive Bewegung (Aufsuchen der Schattenseite) zu entziehen.

Die genaue Regulierung und Bestimmung der relativen Luftfeuchtigkeit wurde aus folgenden Gründen unterlassen: 1. Die Methodik wäre durch Regulation der Luftfeuchtigkeit derart kompliziert geworden, daß die zur Verfügung stehenden Hilfsmittel nicht ausgereicht hätten. 2. Die Luftfeuchtigkeit spielt offenbar nicht die wichtige Rolle, die man ihr früher vielfach zugeschrieben hat. Zwölfers Versuche haben gezeigt, daß erst sehr niedrige relative Luftfeuchtigkeit die Temperaturabhängigkeit zu überdecken vermag. Es wurden daher alle Versuche bei annähernder Feuchtigkeitssättigung durchgeführt. Dies trat bei Abkühlung unter Zimmertemperatur von selbst ein, bei den Wärmeversuchen wurde es durch Anfeuchten einer geeigneten Stelle des Versuchsgefäßes (Korken, Watte oder dgl.) erreicht.

Die Temperaturmessung erfolgte mit Stabthermometern in Zehntel-Gradeinteilung, von denen zwei geeicht waren. Für die anderen nicht geeichten Thermometer wurde eine Korrektionstabelle aufgestellt.

Zur Erzielung tiefer Temperaturen unter 0° wurden Kältemischungen gebraucht. Das zunächst angewandte Mittel der Mischung von Eis und Salz reichte bei weitem nicht aus. Schnee und Salz wären zwar besser gewesen, Schnee war aber im Sommer nicht zu beschaffen und Kohlensäureschnee teuer und in seiner Verwendung umständlich. So erwies sich bald als einfachste Methode, die vor allen anderen den Vorzug hatte, daß sie billig war und keiner besonderen Sorgfalt bedurfte, das Übergießen von Eis mit Alkohol. Je feiner das Eis in Stücke geschlagen oder gepulvert ist, um so schneller sinkt die Temperatur. Theoretisch soll sie bei 73 g Schnee, der mit 77 g Alkohol von 4° gemischt wird, auf —30° sinken, praktisch konnte mit Eis und Alkohol ohne weiteres eine Temperatur von —25° erreicht werden. Zur Isolierung dienten einfache Dewardsche Gefäße, die mit Kork, durch den ein Thermometer gesteckt war, verschlossen wurden. Auf diese Weise waren kleine Thermostatenkammern geschaffen, in denen sich die einmal hergestellte Temperatur für viele Stunden sehr gleichmäßig hielt. Allerdings erforderte die Mengenbestimmung von Eis, Alkohol und verdünnendem (erwärmendem) Wasser einige Übung, und eine Fehlerquelle trat auf, die erst entdeckt wurde, als sich einige Versuchsresultate widersprachen. Wenn nämlich viel Eisstückchen in der Flüssigkeit schwimmen oder gar einen „Brei“ bilden, kann die Temperatur unmittelbar an der Oberfläche dieser Eisstückchen um mehrere Grade unter die der Gesamtflüssigkeit sinken, insbesondere wenn der

Alkohol noch wenig verdünnt ist. Durch Herausfischen der Eisstückchen bis auf einige wenige, sobald die Mischung den gewünschten Kältegrad erreicht hat, kann diesem Übelstand abgeholfen werden. Die klare Flüssigkeit zurückzubehalten empfiehlt sich nicht, da dann die Temperatur wohl kurze Zeit, nicht aber für mehrere Stunden konstant erhalten werden kann; sie steigt, wenn nicht kleine Abkühlungsflächen in Gestalt dieser sich auflösenden Eisstückchen vorhanden sind, sonst schneller, als es die Versuchsbedingungen erlauben. Der Mittelweg, der die Waage zwischen erwärmender Außentemperatur und abkühlenden in Alkohol schwimmenden Eisstückchen hält, läßt sich bei einiger Übung recht genau einhalten. Ferner ist zu beachten, daß sich die Flüssigkeit im Ruhezustand in Zonen verschiedener Temperaturabstufung schichtet; am kältesten ist sie oben, wo die Eisstückchen schwimmen, am wärmsten an den Gefäßwänden und unten, wo die größte Dichte herrscht. Es ist also notwendig, die Flüssigkeit möglichst vorsichtig umzurühren, was am besten mit dem Thermometer selbst geschieht, wobei man gleichzeitig die Temperatur der Gesamtflüssigkeit dauernd kontrollieren und bei zu starken Schwankungen den Versuch ausmerzen kann.

Als Behälter für die Versuchstiere (bei Eiern und Eiraupen) dienten Glasröhrchen von etwa 1×4 cm, bei älteren Raupenstadien von etwa 1,5×8 cm Größe, die mit Kork verschlossen wurden. Das Einsetzen der Versuchstiere erfolgte mit einem weichen Pinsel, das Aufsetzen des Korks zugleich mit einem an die innere Glaswand gehaltenen Zwirnsfaden, der nachher herausgezogen wurde. Bei Außerachtlassung dieser Maßnahme tritt in der Röhre beim Hereindrücken des Korks eine ziemlich starke Erhöhung des Luftdruckes ein, auf den die Raupen mit schlagartig gesteigerter Aktivität reagieren. Es ist wahrscheinlich, daß hierdurch die Temperaturabhängigkeit beeinflußt werden kann.

Die Versuchsröhrchen schwimmen in der Kälteflüssigkeit und durch verschiedene Probemessungen hat sich gezeigt, daß die Temperatur in der Röhre sich sehr schnell an die der umgebenden Flüssigkeit anpaßt und dann mit ihr identisch ist.

Zweifellos hat diese Versuchsmethodik Mängel. Der luftdicht abgeschlossene kleine Raum in den Glasröhrchen, die Unkontrollierbarkeit von Luftdruck und Luftfeuchtigkeit, die bei längerer Versuchszeit nicht konstant zu haltende Temperatur der Kältemischung können Fehlerquellen enthalten. Indessen gelang es, im Laufe der Zeit diese zu praktischer Bedeutungslosigkeit herabzumindern.

Die Bestimmung der Grenzen der durch Kälte bedingten ungeordneten Bewegungen erfolgte in einer flachen Glasschale von etwa 15 cm Durchmesser, die in kaltem Wasser schwamm, das durch Eis in Temperaturabstufungen von 0° bis — 10° gehalten wurde. Auf den Boden der Glasschale wurde zum besseren Temperaturausgleich und zur besseren Sichtbarmachung der Versuchstiere Fließpapier gelegt. Zur Isolierung nach oben waren in 2 cm Abstand zwei Glasscheiben eingesetzt, zur Temperaturbestimmung befanden sich auf dem Boden des Versuchsraumes mehrere kleine Stabthermometer, ferner auf der ersten Glasdeckscheibe und im Kühlwasser. Die Bewegungen der Tiere konnten auf diese Weise in ihrer Abhängigkeit von der jeweiligen Temperatur ständig beobachtet werden.

In der Zone der geordneten Bewegungen sollte vor allem die Vorzugstemperatur näher festgelegt werden. Hierzu wurde ein Temperaturwahlapparat gebaut nach dem Muster, das Nieschulz (1933) angegeben hat. Es sei hier nur erwähnt, daß der Apparat aus einer U-förmig gebogenen, waagerecht liegenden Eisenschiene besteht, die mit einem Ende in Eis oder in eine Kältemischung ragt, an dem anderen Ende elektrisch geheizt wird. Den Versuchsraum bildet die Eisenrinne in den Ausmaßen 3 cm Höhe, 6 cm Breite und 100 cm Länge, die unten und an den Seiten mit Asbest, oben mit dreifachem Glasdeckel isoliert ist,

und durch deren eine Seitenwand 11 Stabthermometer im Abstand von 10 cm gesteckt sind. Einige Stunden nach Inbetriebsetzung stellt sich ein kontinuierliches Temperaturgefälle ein (Abb. 1). Der Versuchsraum der Eisenschiene ist mit weißer Ölfarbe gestrichen; an seinen beiden Enden und in der Mitte wurden bei Inbetriebsetzung zur Erzielung feuchter Luft wassergetränkte Wattebäusche ge-

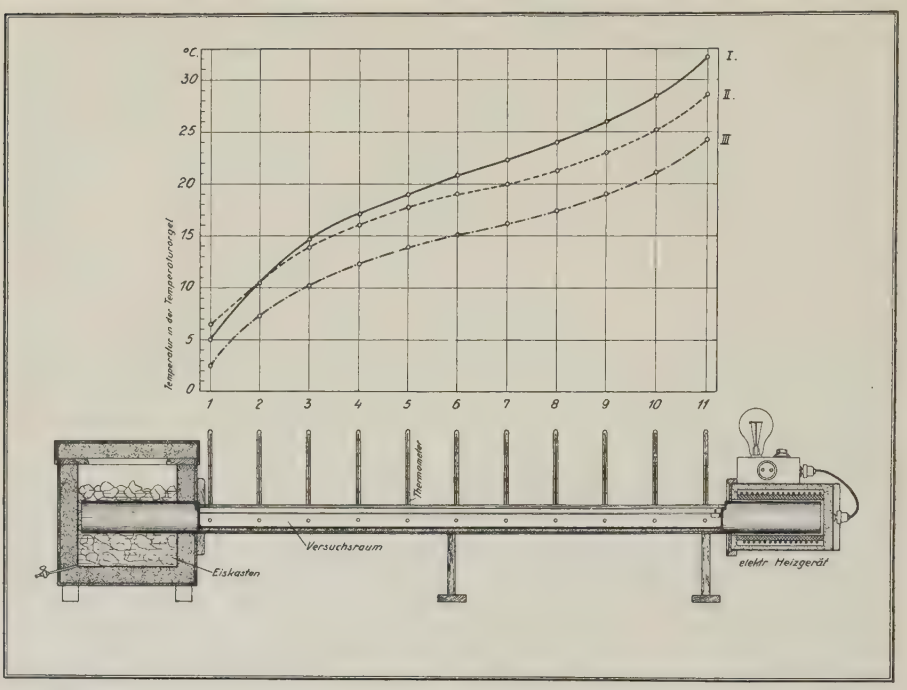


Abb. 1. Temperaturwahlapparat nach Nieschulz (geändert), darüber graphische Darstellung des Temperaturgefälles im Versuchsraum des Apparates.

legt. Die Versuchstiere haben die Möglichkeit, sich an der Stelle anzusammeln, wo die für sie angenehmste Temperatur herrscht.

Die Methode zur Bestimmung der oberen Temperaturgrenzen war dieselbe wie die zur Bestimmung der unteren; nur wurde an Stelle einer Kältemischung entsprechend erwärmtes Wasser benutzt, und der Versuchsraum war von doppelter Glasumhüllung umgeben. In den beiden Innenräumen sowie im Wasser befanden sich Thermometer. Der Kork des Versuchsraumes wurde angefeuchtet.

3. Eistadium.

Daß Nonneneier im Winter infolge starken Frostes (bis — 40 °) zugrunde gegangen wären, ist bisher nicht beobachtet worden (Escherich, 1911; Knoche, 1932; Zwölfer, 1933). Es wäre aber denkbar, daß das Ei, welches unmittelbar vor dem Schlüpfen steht (im folgenden kurz „schlüpfreifes" Ei genannt) darunter leiden könnte. Deshalb wurden Versuche mit starkem Frost angestellt, um zu ermitteln, wieviel die Eier vertragen können, und mit Temperaturen zwischen 0 ° und 6 °, um zu ermitteln, wie lange das Schlüpfen dadurch hinausgezögert werden kann.

1. In zwei Serien von Parallelversuchen wurden abgezählte Eimengen (10—50 Stück) in Glasröhrchen verteilt. Von diesen wurde je eine mit Wasser angefüllt, die andere trocken gelassen und mit Kork verschlossen, um dann wechselnde Zeit Kältemischungen von verschiedener Temperatur ausgesetzt zu werden. In 24 Einzelversuchen kombinierte ich Temperaturen von — 3 ° bis — 24 ° und Expositionszeiten von 7—62 Stunden. Die Anzahl der Versuchseier, deren Gesundheitszustand vorher festgestellt worden war, betrug mindestens 10, meistens 20 oder 50 Stück. Die Versuche fanden in der Zeit vom 6. April bis 12. Juni statt. Bei den letzteren handelt es sich also um Eier, die mindestens 5—6 Wochen vom Schlüpfen zurückgehalten waren, da im Freien die Raupen Mitte April auszufallen begannen. Nach dem Versuch wurden die Eier unter optimalen Bedingungen weitergezüchtet, und die Zahl der geschlüpften Räupchen prozentual ermittelt.

Zunächst ergab sich, daß kein Unterschied zu erkennen war zwischen Eiern, die trocken, und solchen, die in einem Eisblock eingefroren starker Kälte ausgesetzt waren. Diese Tatsache läßt den Schluß zu, daß die Atmung bei dieser niedrigen Temperatur äußerst gering sein muß. Allerdings sind die Eier nie länger als 14 Stunden in Eis abgeschlossen geblieben, und es ist denkbar, daß der Embryo zunächst mit dem Luftvorrat, den ihm sein Luftbläschen bietet, auskommen kann; auch wird die Eischale mit geringen Mengen anhaftender Luft umgeben sein. Versuche mit geringeren Kältegraden aber längerer Dauer werden Aufschluß geben können, ob und wann eine Aufzehrung dieses Vorrats stattfindet.

Aus den Eiern, die bis auf — 13 ° abgekühlt worden waren, schlüpften noch 50—90 % Räupchen, dabei mag die große Spanne im Schlüpfprozent durch die relativ geringe Eizahl bedingt sein. So erstaunlich diese große Widerstandsfähigkeit schlüpfreifer Eier noch Mitte Juni gegen Kältegrade bis — 13 ° ist, besonders im Hinblick darauf, daß die frisch geschlüpften Raupen erheblich empfindlicher sind (vgl. unten), so bemerkenswert ist es doch, daß Temperaturen von — 23 ° selbst im April nicht mehr ertragen werden. Das Schlüpfprozent war in diesem Falle selbst bei kurzer Expositionszeit bei mehreren hundert Eiern gleich Null. Die große Widerstandsfähigkeit der Eier in Winter läßt somit vor dem Schlüpfen nach. Mangels ausreichender Versuchsreihen konnte die kritische Temperatur nicht einwandfrei fixiert werden. In der Temperaturspanne zwischen — 13 ° und — 23 ° ist nur ein Doppelversuch (je „trocken“ und „naß“) bei — 16 ° mit je 20 Eiern am 12. Juni angesetzt worden. Es schlüpften 20 und 10 % Räupchen, welche ohne die dargebotene Nahrung angenommen zu haben, bald starben. Wenn hierfür nicht andere Ursachen verantwortlich zu machen sind, dürfte demnach der kritische Punkt für solche vom Schlüpfen zurückgehaltenen Eier bei etwa — 16 ° liegen. Für die Praxis ist die Erkenntnis, daß die Eier in Eis einfrieren können und trotz un-

mittelbar bevorstehenden Schlüpfens nicht geschädigt werden, von größter Bedeutung.[1])

2. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß das Ausfallen der Larven aus den Eiern verhindert werden kann, wenn die Eier einer Temperatur ausgesetzt werden, die unterhalb des Entwicklungsnullpunktes liegt. Die Stoffwechselvorgänge werden dabei so herabgesetzt, daß die Lebenskraft des Embryo gewissermaßen konserviert wird. Riley (zit. n. Bachmetjew) berichtet von einem Fall, wo er frische Eier der Heuschrecke *(Melanoplus spretus* Uhler*)* zehn Zoll unter die Erdoberfläche vergrub, nach 4½ Jahren herausholte und dann der Sonnenwärme aussetzte, sie ergaben „muntere" Heuschreckenlarven. Indessen geht das nicht beliebig lange, da die Stoffwechselvorgänge durch eine derartige Abkühlung zwar herabgesetzt, aber nicht ausgeschaltet sind, und dadurch im Laufe der Zeit die Stoffreserven aufgezehrt werden. Auch ist die Wirkung der Kühlhaltung verschieden bei frisch abgelegten und fertig entwickelten Eiern.

Besondere Versuche über diese Fragen sind von mir nicht angestellt worden. Der Behandlung, die den Nonneneiern zuteil wurde, kann aber doch der Charakter eines Versuches zugesprochen werden, und es lassen sich daraus gewisse Folgerungen ziehen.

Die Eier wurden in zwei Glasschalen, deren Deckel locker auflagen und eine gewisse Luftzirkulation zuließen, bis zum 3. April im Freien aufbewahrt, sodann bis zum 16. August im Eisschrank, dessen Temperatur + 0,5 ° bis + 1,5 ° betrug. Das auf den Eiern liegende Thermometer zeigte einen etwas höheren Stand, nämlich 2—4 °, einige wenige Male sogar 5—6 °, wenn das Eis im Eiskasten sehr zusammengeschmolzen war. Höhere Temperaturen sind in der genannten Versuchszeit (4½ Monate) nicht festgestellt worden.

Die relative Luftfeuchtigkeit war in den Glasschalen verschieden. In der einen war sie sehr hoch, da an dem Deckel innen fast ständig Kondenswasser hing; die Eier hatten dabei aber ein trockenes Aussehen. Die andere Schale hatte in den Seitenwänden 3 fingerstarke Löcher, die zur besseren Durchlüftung dienen sollten und mit Watte zugestopft waren. Die Watte sog sich nach kurzer Zeit mit dem Schmelzwasser voll und befeuchtete die Eier allmählich so stark, daß sie wie begossen aussahen. Infolgedessen war bald ein strenger pilzartiger Geruch in der Glasschale wahrzunehmen, und es bestand die Vermutung, daß diese Eier zu verderben anfingen. Merkwürdigerweise war dies aber nicht der Fall, vielmehr ließ die Vitalität der „trockenen" Eier früher nach als die der „nassen". Bis zum Anfang Juni war kein Unterschied im Schlüpfprozent zu erkennen, bald aber nahm das der „trockenen" Eier ab und erreichte gegen Ende Juli, d. h. fast einen Monat früher, etwa den Wert 0—5 %. Daraus dürfte hervorgehen, daß

[1]) Diese Ergebnisse bestätigen die bereits im Jahre 1911 von Escherich mitgeteilten Versuche, aus denen hervorgeht, „daß die Nonneneier ein Einfrieren von mehreren Wochen gut ertragen".

schlüpfreife Eier gegen Nachlassen der Luftfeuchtigkeit sehr empfindlich sind, und daß volle 100% als optimal angesehen werden können, wogegen die Luftzirkulation eine geringere Rolle zu spielen scheint.

Anfang Mai, also 4 Wochen nachdem die Eier auf Eis gelegt worden waren, begannen Raupen auszuschlüpfen, und zwar bei Temperaturen von höchstens + 4 °. Zwar wurden die Schalen täglich oder im Abstand von einigen Tagen für kurze Augenblicke zur Entnahme von Eimaterial aus dem Eiskasten herausgenommen, aufgedeckt und der Zimmertemperatur ausgesetzt; eine Anpassung der gekühlten Glasschale und des Eimaterials an die Zimmertemperatur fand dabei jedoch nur unbedeutend und oberflächlich statt. Bereits nach 15—20 Minuten zeigte das auf den Eiern liegende Thermometer wieder weniger als + 4 ° an. Die meisten Räupchen im Innern der Eimasse gingen zwar infolge des Druckes der auf ihnen liegenden Eier und der Unfähigkeit, sich zu bewegen, alsbald zugrunde, ohne sich richtig dunkel verfärbt zu haben, die obenaufliegenden Räupchen waren jedoch voll lebensfähig, verfärbten sich dunkel und konnten, sofern ihr Schlüpfen nicht länger als einige Tage zurücklag, weiter gezüchtet werden. Von Zeit zu Zeit wurden diese Räupchen entfernt, es sammelten sich aber alsbald und ständig neue an und bildeten gewissermaßen einen wachsenden Raupenteppich.

Nach Z w ö l f e r s Untersuchungen lagen die tiefsten Temperaturen, bei denen ein Schlüpfen überhaupt noch stattfand, zwischen 6,1 bis 6,6 °. In seiner letzten Arbeit (1934) berechnete er den theoretischen Entwicklungsnullpunkt auf + 4,9 °. Sicher ist aber auch hier eine gewisse Streubreite anzunehmen. Die Fortsetzung seiner Kurve (Seite 341, oberes Feld der Abb. 1) würde bei Berücksichtigung der Extremwerte streuen, d. h. also, auch noch tiefere Werte ergeben als 4,9 °. Das möchte ich als Grund für den Unterschied unserer Ergebnisse annehmen. Vielleicht ist auch die Herkunft des Materials nicht ohne Einfluß. Das Schlüpfen fand jedenfalls nachweislich statt, als die Glasschale auf Eis stand und die Temperatur in ihrem Innern h ö c h s t e n s 3—4 ° betrug. Dies ist einwandfrei dadurch nachgewiesen, daß sich auf der von Räupchen gesäuberten Oberfläche der Eier in wenigen Tagen Hunderte von neuen Räupchen ansammelten, während die Glasschale im Eiskasten verblieb. Daß die Larven nicht etwa während der wenigen Minuten der geringen Erwärmung geschlüpft sind, geht daraus hervor, daß aus den jeweils zur Zucht angesetzten Eihäufchen, die in Zimmertemperatur (18 °) bei hoher Luftfeuchtigkeit gehalten wurden, frühestens nach 24 Stunden einige Larven zu schlüpfen begannen, die meisten erst nach 3×24 Stunden oder noch später. Wieviel Prozent der Eier im Laufe der $4^1/_2$ Monate in der Kälte geschlüpft sind, läßt sich schwer schätzen. In jeder der Glasschalen, die 5 cm hoch waren und 16 cm Durchmesser hatten, befanden sich mehrere hunderttausend Eier; nach 2—3 Wochen war der darauf gebildete Raupenbelag etwa 1 cm stark. Das sind, sehr

oberflächlich geschätzt, mehrere tausend Larven, so daß sich im ganzen vielleicht einige Prozent ergeben.

Die Mortalität der kaltgestellten Eier erreicht im April etwa 5 bis 10 %, nahm dann ständig zu, und betrug Mitte August etwa 95 %. Die Auszählung einiger Stichproben hatte folgendes Ergebnis: Es schlüpften von je 1000 „trocken" bezw. „naß" aufbewahrten Eiern

Datum	„Trocken"	„Naß"
7. Juli	358	—
23. Juli	184	261
16. August	66	106

Die zuletzt am 16. August geschlüpften Räupchen waren nur noch schwach lebensfähig; etwa die Hälfte starb, während das Hinterleibsende noch in der Eihülle steckte. Die wenigen Daten reichen nicht aus, eine Kurve zu zeichnen, doch liegen die vorhandenen Punkte annähernd auf einer Geraden, und es ist anzunehmen, daß die Mortalität linear zunimmt. Ebenso nahm mit fortschreitender Zeit die Sterblichkeit des ersten Raupenstadiums zu; von den im August geschlüpften Raupen erreichte nur noch ein geringer Bruchteil das IV. und V. Stadium. Da diese wenigen Exemplare für Versuchszwecke verbraucht wurden, ist nicht mehr ermittelt worden, ob sie sich überhaupt noch verpuppen können und Schmetterlinge ergeben, was ich jedoch bezweifeln möchte. Die letzte Raupe starb durch Eintrocknen bei durchschnittlich 50 bis 60 % Luftfeuchtigkeit im 4. Stadium am 17. November.

Demnach können schlüpfreife Eier durch Kühlhaltung noch 4 Monate lang lebend erhalten werden. Für die Praxis bedeutet dies, daß auch schlüpfreife Nonneneier durch eine langdauernde Kälteperiode nicht abgetötet werden. Es ist anzunehmen, daß Eier, die noch nicht schlüpfreif sind, also früher unter die Temperatur des Entwicklungsnullpunktes abgekühlt werden, noch viel länger am Leben zu erhalten sind.

Untersuchungen über die Möglichkeit der Schädigung schlüpfreifer Eier durch Wärme sind nicht angestellt worden, weil die Überlegung maßgebend sein dürfte, daß bereits die Zunahme der Temperaturen im April über das normale Maß die schlüpfreifen Räupchen zum Auskriechen bringt, ehe Schädigungen auftreten, und daß der Fall einer Schädigung durch Erwärmung praktisch kaum in Frage kommen wird.

Komarek (1933) hat nachgewiesen, daß das Schlüpfen der Räupchen erst stattfinden kann, wenn der Dottervorrat aufgebraucht ist, was frühestens etwa gegen Weihnachten, also 4—5 Monate nach der Eiablage, der Fall ist. Um die Frage zu untersuchen, ob die Eier in der Winterruhe Frost bekommen müssen, um schlüpfen zu können, wurde im Zwinger abgelegtes und Freilandmaterial frostfrei aufbewahrt. Aus beiden Serien schlüpften Räupchen. Die Nonneneier brauchen daher nicht, um sich zu Räupchen zu entwickeln, wie vielfach noch an-

genommen wird, vorherige Frostwirkung. Ob Frost jedoch als Stimulans wirkt und das Schlüpfprozent erhöhen kann, ist noch nicht erwiesen. Wenn überhaupt, so wird er sicher nicht von großer Bedeutung sein; bei der Freilandserie, deren Material im September gesammelt, und in einem ungeheizten Gewächshaus kühl, aber frostfrei aufbewahrt wurde, schlüpften nämlich über 90 %. [1])

4. Larvenstadien.

A. Temperaturextreme.

Im Freien sind extreme Temperaturen, von denen anzunehmen wäre, daß sie während der Raupenzeit irgendwie schädigend, wenn nicht gar tödlich wirken könnten, am ehesten während des 1. Larvenstadiums zu erwarten, also etwa in der 2. Hälfte April bis Anfang Mai. Es wäre denkbar, daß zu dieser Zeit noch stärkerer Frost eintreten könnte oder auch, daß durch direkte Sonneneinstrahlung an manchen Rindenpartien für die in den ersten 8 Tagen nach dem Schlüpfen noch in den Spiegeln sitzenden Räupchen schädigend hohe Temperaturen vorübergehend entstehen könnten. Da größere Wahrscheinlichkeit für Kälteeinflüsse besteht, ist hiermit ausgedehnter experimentiert worden.

I. Kälte.

a) Ungeordnete Bewegungen und Starre.

Die Grenze zwischen geordneten und ungeordneten Bewegungen ist kein feststehender Begriff. Er sei hier gekennzeichnet durch die Fähigkeit der Larve, deutlich wahrnehmbar zu kriechen bezw. dies nicht mehr zu können und nur auf der Stelle irgendwelche Körperteile „ungeordnet“ zu bewegen.

Nach der auf Seite 536 beschriebenen Methode wurden Versuche in den verschiedensten Zeitkombinationen angestellt mit Tieren, die in Kältestarre lagen und erwärmt wurden und umgekehrt, mit beweglichen Räupchen, die abgekühlt wurden. Wie vorauszusehen, zeigte sich dabei, daß bei ersteren die Schwellenwerte höher lagen, bei letzteren niedriger; die Eigenwärme der Tiere hinkt der sich ändernden Außentemperatur etwas nach. Bei Beobachtungszeiten von mehr als einer halben Stunde glichen sich die Werte aber annähernd aus.

Die Beobachtungen an Eiraupen ergaben, daß bei + 1,5 ° die Tiere besonders auf Lichtreiz hin in der Lage sind, sich ganz langsam und mit vielen Pausen fortzubewegen. Bei + 1,2 ° konnten dagegen einige keine Ortsbewegung mehr ausführen, bei + 0,9 bis + 1,0 ° die meisten, bei noch tieferen Temperaturen sämtliche.

---

[1]) Die vor kurzem erschienene Arbeit von K. Tuleschkov, „Über Ursachen der Überwinterung der *Lymantria dispar*, *L. monacha* und anderer Lymantriiden im Eistadium“ (Ztschr. f. ang. Ent. 1935, Bd. 22), welche das vorliegende Problem eingehend behandelt, konnte hier leider nicht mehr berücksichtigt werden.

Bei weiterer Abkühlung bis zu — 0,4 ° waren noch Wendungen des Kopfes und Abdomens zu sehen und zitternde Bewegungen der Füße. Zwischen — 0,5 ° und — 0,9 ° waren letztere nur an einigen Tieren ganz schwach zu erkennen, die Mehrzahl war bewegungslos. Bei — 1,0 ° lagen alle in Starre. Demnach liegt die Zone der ungeordneten Bewegungen zwischen — 0,5 ° und + 1,2 °, darunter beginnt die Kältestarre, darüber die geordneten Bewegungen.

An anderen Raupenstadien sind exakte Reihenversuche mit derartig vielem Material nicht durchgeführt worden. Versuche mit einzelnen Raupen lassen jedoch darauf schließen, daß die Werte mit fortschreitendem Stadium um Bruchteile eines Grades linear zunehmen. Im 5. Raupenstadium beginnen die ungeordneten Bewegungen bei etwa + 1,3 °, die Kältestarre beginnt bei etwa — 0,1 °. Die Beobachtungen an diesem Stadium sind sehr viel schwerer als an Eiraupen, weil ihre Aktivität bei Kälte bei weitem nicht so groß ist, und sie daher oft stundenlang stillsitzen. Bei schnellerer Abkühlung ist aber ihre Wärmereserve so nachhaltig, daß sie, soeben aus Zimmerwärme in eine Temperatur von — 3 ° oder — 4 ° gebracht, noch 10 Minuten und länger umherkriechen können, bis sie zu erstarren beginnen. Werden sie langsam abgekühlt, so muß jede Temperaturstufe mehrere Stunden beobachtet werden, da sonst die Annahme, daß ihre Temperatur mit der der Umgebung gleich ist, nicht gemacht werden kann. Bei so langen Beobachtungszeiten ist es aber kaum möglich, die Temperatur auf Zehntel-Grade genau konstant zu erhalten.

b) Kältetod.

Schon Bachmetjews Arbeiten haben ergeben, daß der Kältetod innerhalb der Art nicht gleichmäßig bei ein und derselben Temperatur eintritt, sondern daß er weiterhin abhängig ist von der Abkühlungsgeschwindigkeit, dem Zustand der Entwicklung und Ernährung, dem Geschlecht, dem Säftekoeffizienten, der Dauer und Wiederholung der Abkühlung. Die Unterkühlungsfähigkeit der Säfte bis zum Eintritt des kritischen Punktes, bei dem die Temperatur bis zum Gefrierpunkt emporschnellt, spielt dabei die entscheidende Rolle. Von diesem rein physikalischen Standpunkt aus gesehen ist daher auch die Größe der Zellen von Bedeutung, da entsprechend dem Umstand, daß eine Flüssigkeit eine um so stärkere Unterkühlung zeigt, je enger die Kapillare ist, in der sie sich befindet, die Körpersäfte um so tiefer unterkühlt werden können, je geringere Dimensionen die kleinste Achse der Gefäße besitzt (Bachmetjew). Auf die Bedeutung der Kapillarenge hinsichtlich der Unterkühlungsfähigkeit hat neuerdings Bodenheimer (1934) wieder besonders hingewiesen. Dagegen mißt er eine biologische Bedeutung irgendwelcher Art als Schutz vor dem Kältetod der Unterkühlung nicht bei, sondern hält den Säftekoeffizienten sowie das Verhältnis von freiem zu gewebsgebundenem Wasser für ausschlaggebend.

Auf diese Feststellung kommt es an. Während Bachmetjew als die letzte und eigentliche Ursache für den Übergang der vorübergehenden Kältestarre in die permanente eine Verschiebung der Moleküle aus ihrer Lage und den Eintritt des Todes in chemischen Veränderungen der Moleküle ansieht, stellt man sich diesen Vorgang heute folgendermaßen vor: in jeder tierischen und pflanzlichen Zelle ist Wasser vorhanden, das in drei verschiedenen Zuständen vorkommt. Es gibt freies Wasser, das tropfbar flüssig ist, dann Quellungswasser, welches in quellbaren Stoffen, z. B. Eiweißkörpern, Kohlehydraten usw., enthalten ist, und schließlich sogenanntes Konstitutionswasser (Pütter, 1923). Der Übergang in den festen Aggregatzustand geht bei diesen drei Arten des Wassers sehr verschieden vor sich. Das freie Wasser gefriert wie anderes Wasser von dieser Zusammensetzung, d. h. da es nicht chemisch rein, sondern eine Salzlösung ist, bei Temperaturen, die unter 0° liegen; außerdem kann es in engen Kapillaren bedeutend unterkühlt werden. Die Eisbildung tritt daher erst bei stärkerem Frost ein und wirkt nicht besonders schädigend. Das Quellungswasser hingegen ist so eng mit dem gequollenen Stoff verbunden, daß es der Erstarrung großen Widerstand entgegenzusetzen vermag, und zwar um so stärker, je wasserärmer der Stoff ist. Tritt doch Eisbildung ein, „so wird der kunstreiche Bau, den gequollene Stoffe zeigen, zertrümmert, und wir müssen erwarten, daß eine solche Zertrümmerung eine schwere, wahrscheinlich tödliche Schädigung bedeuten muß“ (Pütter). Das Konstitutionswasser ist eine chemische Verbindung eingegangen und kann durch Kälte allein nicht entzogen werden. Demnach ist es vorwiegend das Quellungswasser, welches bei Kristallisierung den Tod des Protoplasmas verursacht, sei es nun durch „Zertrümmerung des kunstreichen Baues“ oder nach Friederichs (1930) durch Entzug unentbehrlichen Wassers. Er beschreibt den Kältetod folgendermaßen: „Gefrieren führt den Tod in der Weise herbei, daß das Protoplasma Wasser verliert. Aus den Zellen tritt Wasser in die interzellularen Zwischenräume über, wo das Gefrieren erfolgt, d. h. das Wasser kristallisiert sich daselbst; damit steigt der osmotische Druck innerhalb der Zellen, und weiteres Wasser tritt aus ihnen aus, das dem Protoplasma unentbehrlich ist. Je größer nun die Kraft der Kolloide ist, hygroskopisches Wasser festzuhalten (das sie als eine Hülle umgibt), um so größer die Winterfestigkeit des Insektes.“ Sehr schön hat dies Robinson (1927, zit. nach Friederichs) experimentell nachgewiesen. Er fand, daß bei einigen Insektenarten, den „Winterharten“, von den winzigen kolloidalen Partikelchen, die im Protoplasma und in interzellularen Flüssigkeiten in ungeheuren Mengen vorkommen, bei fallender Temperatur freies Wasser an ihrer Oberfläche festgehalten wird (auf rein physikalischem, nicht biologischem Wege). Dieses so gebundene Wasser hat neben anderen Eigenschaften vor allem die, daß es nicht gefriert. Andere Insekten, z. B. Engerlinge, die bekanntlich bei Gefrieren immer sterben, zeigten praktisch keine Veränderung des Verhältnisses von freiem zu gebun-

denem Wasser. Und nicht winterfeste Insekten verloren sogar bei fallender Temperatur ihr gebundenes und dann auch ihr freies Wasser, wodurch der Tod, ohne daß sie gefroren waren, eintrat.

Die Nonne gehört hiernach zu den winterharten Insekten, die in der Lage sind, freiwerdendes Wasser in hohem Maße an die Kolloide zu binden, und zwar auch als im Sommer lebende Raupen. Versuche nach Robinsons Art würden die behandelten Fragen von anderer und vor allem feinerer Seite her anfassen, und wären daher eine sehr erwünschte Vervollständigung. Auch würde die Messung der Temperatur des Versuchstieres mit der Thermonadel sicher manche Aufklärung bringen können, namentlich bei „Ausreißern", und würde aufdecken, was auf Mängel der Methodik und was auf innere Ursachen zurückzuführen ist. Es sei auch nicht unerwähnt, daß einige Autoren (Friederichs, 1930 und Bodenheimer, 1934) einen Abhärtungsprozeß annehmen, den die Tiere in Anpassung an den Verlauf der Jahreszeiten durchmachen, und währenddessen der Gefrierpunkt herauf- oder herabgedrückt wird. Alle diese Umstände komplizieren die einfache Bestimmung des Eintritts des Kältetodes sehr, und es bestehen über diese Fragen allgemein noch viele Unklarheiten und Widersprüche.

Im folgenden seien die wesentlichsten Versuchsergebnisse, getrennt nach 5 Larvenstadien, aufgeführt.

Die Bestimmung des Kältetodes konnte nur durch Reihenversuche ermittelt werden, da die voraufgehende Kältestarre die Beobachtung des Eintritts des Todes nicht erlaubt. Erst die nachträgliche Erwärmung und das Wiedererwachen zum Leben kann darüber Aufschluß geben, ob die betreffende Temperatur den Tod herbeigeführt hat oder nicht. Daher kommt es darauf an, durch möglichst zahlreiche Versuche die kritische Temperatur exakt abzugrenzen. Der Tod trat nun bei ganz gleichen Versuchsbedingungen individuell verschieden ein, wie das bei den meisten Lebensvorgängen ähnlich ist. Die Streubreite, die aus dem großen Zahlenmaterial als Durchschnitt zu erkennen ist, beträgt 2°, bisweilen sogar bis zu 5°, d. h. die empfindlichsten Raupen sterben im Gegensatz zu den widerstandsfähigsten bei Temperaturen, die um 2° bezw. 5° höher liegen als bei diesen. Sämtliche Zahlen enthalten daher diese Variationsbreite, oder sie sind rechnerisch interpolierte Mittelwerte.

Der Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit wurde als so gering ermittelt, daß besondere Sorgfalt auf Einhaltung einer gleichen Abkühlungsgeschwindigkeit nicht gelegt wurde. Die Raupen, welche plötzlich von Zimmertemperatur in die kritischen Kältegrade gebracht wurden, zeigten durchschnittlich keine meßbar höhere Empfindlichkeit als solche, die langsam abgekühlt werden. Um den Wechsel jedoch nicht unnötig schroff wirken zu lassen, wurde es als genügend erachtet, die Raupen in ihrer Glasumhüllung zunächst einige Zeit auf Eis zu legen; die Erwärmung fand dann in Zimmertemperatur statt. Diese noch langsamer vorzunehmen, z. B. in schmelzendem Eis, erwies sich eben-

falls als unnötig. Die Raupen erwachten überwiegend sofort wieder zum Leben; einige allerdings erst nach mehreren (10—20) Stunden. Aber auch diese konnten weiter gezüchtet werden.

Anders verhielt es sich jedoch mit der Einwirkungsdauer der Kälte. Verschiedene Dauer konnte, namentlich bei Extremen, die kritische Temperatur um 1—2 ° verschieben, und zwar um so mehr nach oben, je länger die Kälte einwirkte. Am deutlichsten war dies in den ersten 5—10 Minuten. Selbst mehrere Grade unter dem kritischen Punkt konnten bei so geringer Einwirkungszeit ertragen werden. Das liegt vermutlich nur daran, daß der Raupenkörper, insbesondere der behaarte, ein schlechter Wärmeleiter ist, und daß daher die Eigentemperatur der Raupe sich nur relativ langsam den Änderungen der Außentemperatur angleicht. Hierüber könnte die Thermonadel Aufschluß geben.

Schon bei 15, spätestens bei 30 Minuten Dauer der Kälteeinwirkung bis zu 10—15 Stunden war kein wesentlicher Unterschied mehr festzustellen. Erst noch längere Expositionszeiten scheinen die kritische Temperatur etwas zu erhöhen. Versuche hierüber wurden nicht angestellt, da im Freiland so lange und tiefe Kälteeinbrüche in der in Betracht kommenden Jahreszeit nur ausnahmsweise vorkommen dürften.

I. Stadium.

Eiraupen standen unbegrenzt zur Verfügung, und aus praktischen Erwägungen heraus beanspruchte der Kältetod gerade in diesem Stadium das größte Interesse. Diese Versuche wurden daher auf breitester Grundlage ausgeführt, so daß die gefundenen Zahlen, soweit nicht methodisch Mängel grundsätzlich bestehen, kaum verbesserungsfähig sein dürften.

Eiraupen, die noch nichts gefressen haben, konnten Kälte bis —5 ° ausnahmslos ertragen, dagegen von —7 ° ab und tiefer ausnahmslos nicht mehr. Dazwischen liegen alle Abstufungen der Mortalität eingeschlossen. Im großen Durchschnitt der Versuche verläuft diese linear, so daß bei —6 ° die Hälfte der Raupen abgestorben ist.

Sehr erstaulich ist es nun, daß Eiraupen, welche einige Tage gefressen haben und gewachsen sind, bedeutend widerstandsfähiger gegen niedrige Außentemperatur werden. Der Kältetod tritt hier zwischen —8 ° und —13 ° ein. Er liegt wesentlich tiefer als bei allen anderen Stadien, auch ist seine Streubreite größer als bei jenen, d. h. die ersten Raupen sterben bei —8 °, die letzten bei um 5 ° tieferer Temperatur, nämlich erst bei —13 °. Zur Kontrolle wurden hungernde Eiraupen denselben Versuchsbedingungen ausgesetzt. Sie überstanden in keinem Falle die Temperatur von —7 °, während bei den gefütterten Versuchstieren der Bereich zwischen —7 ° bis —8 ° niemals den Tod herbeiführte.

Ließ man diese Eiraupen, welche einige Zeit gefressen hatten und dadurch so bedeutend widerstandsfähiger geworden waren, wieder 3 bis 4 Tage hungern, so stieg ihre Empfindlichkeit wieder, und der Bereich der tödlichen Temperatur wurde kürzer: er lag jetzt zwischen — 7 ° bis — 11 °. Immerhin begann auch er erst da, wo derjenige der frischgeschlüpften, noch hungernden Eiräupchen schon aufhörte.

Eine Erklärung für dieses unterschiedliche Verhalten ist noch nicht gefunden. Bachmetjews Vorstellung, daß die Widerstandsfähigkeit mit der Konzentration des Säftekoeffizienten zunimmt, kann nicht recht einleuchten. Wenn die Raupe gefressen hat, müßten die Säfte wäßriger werden, wenn sie wieder hungert, müßten sie eindicken. Die Reaktion hierauf ist aber gerade umgekehrt. Wahrscheinlich liegt dies daran, daß die Eiraupen, sobald sie Nahrung aufgenommen haben, das bei der Abkühlung in den Zellen freiwerdende Wasser besser adsorbieren können als es hungernde Raupen vermögen. Indessen ist es nicht leicht erklärlich, daß diese Fähigkeit in so auffälligem Maße nur die Larve I besitzt, während Larve II—V diesen Unterschied nicht zeigt und überdies kaum widerstandsfähiger als die hungernde Eiraupe ist. Untersuchungen nach der Art, wie sie Robinson angestellt hat, könnten voraussichtlich Aufschluß geben, ob diese Annahme zutrifft.

Escherich (1912) hat gefunden, daß die Widerstandsfähigkeit der Eiraupen gegen Kälte von der Feuchtigkeit abhängig ist, dergestalt, daß feucht gehaltene Räupchen schon bei — 3 bis — 5 ° zugrunde gingen, trocken gehaltene dagegen — 8 bis — 10 ° ertragen konnten. Bei langer Expositionsdauer (6—10 Stunden) erwiesen sich — 5 bis — 8 ° als die tiefsten Temperaturen, welche die jungen Räupchen selbst unter günstigen Bedingungen zu ertragen vermochten. Escherichs mit ganz primitiven Methoden gewonnenen Resultate stimmen somit mit meinen Ergebnissen gut überein. Sie schienen diesem Autor jedoch in einem gewissen Widerspruch zu stehen mit der Beobachtung von Censky (Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde, Heft 6, S. 58, 1896/97), der junge Räupchen 3 Tage und Nächte einem Frost bis — 10 ° ausgesetzt hatte, ohne daß sie dadurch den geringsten Schaden erlitten. Da Censky 5 Tage alte Räupchen benutzt hatte, die zweifellos bereits Nahrung aufgenommen hatten, wird dieser Widerspruch durch meine Beobachtung, daß derartige Eiraupen gegen niedrige Außentemperaturen bedeutend widerstandsfähiger sind als hungernde Räupchen, die Escherich zweifellos benutzt hatte, geklärt.

II. bis V. Stadium.

Diese 4 Raupenstadien zeigen bei der Einwirkung starker Kälte ein ähnliches Verhalten. Das II. Stadium ist das widerstandsfähigste, und der Bereich der tödlichen Temperatur ist mit der Spanne von 4 ° am breitesten. Beide Werte nehmen mit der Zunahme der Häutungen allmählich ab und passen sich in ganz geringem Maße der zunehmenden

Sommertemperatur an. Die betreffenden Werte sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

	Larve			
	II	III	IV	V
Frühester Eintritt des Kältetodes bei . . .	— 7°	— 6,5°	— 5,5°	— 4,9°
Spätester Eintritt des Kältetodes bei . . .	— 11°	— 8,2°	— 7,4°	— 6,5°
Bereich der tödlichen Temperaturspanne . .	4°	1,7°	1,9°	1,6°

An Versuchsmaterial stand von den älteren Stadien nicht so viel zur Verfügung wie von Eiraupen. Die gefundenen Werte sind daher mit fortschreitendem Raupenstadium nicht so weitgehend statistisch gesichert wie bei jenen. Immerhin sind im II. Stadium über 150 Tiere, im V. noch über 40 verwendet worden. Ausgesprochene Ausreißer kamen bei diesen Versuchsreihen nicht vor, und es dürften deshalb durch weitere Versuche kaum mehr als unwesentliche Änderungen zu erwarten sein.

II. Wärme.

a) Ungeordete Bewegungen und Wärmestarre.

Ganz anders als in der Kälte wird das Verhalten der Raupe bei extrem hohen Temperaturen durch die Zeit beeinflußt. Kurze und lange Beobachtungszeiten ergaben ganz verschiedene Werte. Besondere Beachtung verdient dabei die Tatsache, daß die Stoffwechseltätigkeit durch hohe Temperaturen entsprechend gesteigert wird, und daß daher hungernde Raupen in großer Wärme sehr bald an Erschöpfung leiden und zugrunde gehen. Infolgedessen tritt bei hungernden Raupen die Wärmestarre, besonders aber der Wärmetod mit fortschreitender Zeit bei immer niedrigerer Temperatur ein. Trotzdem wurde davon abgesehen, mit fressenden Raupen zu experimentieren, da sich dadurch erhebliche Schwierigkeiten in der Methodik ergeben hätten und es hier vor allem genügte zu wissen, wann die oberen Aktivitätsschwellen, bezw. der Wärmetod bei langsam steigender Temperatur erreicht wird. Demgemäß wurde die Beobachtungszeit möglichst kurz gehalten und betrug im allgemeinen nur wenige Minuten.

Die genaue Festlegung der Werte wird dadurch erschwert, daß die innere Glaswand der Versuchsgefäße bei schnell steigender Temperatur wärmer ist als die von ihr eingeschlossene Luft. Außerdem spielen Luftfeuchtigkeit, Wärmeleitungsfähigkeit des Raupenkörpers und der Säftekoeffizient eine nicht zu unterschätzende Rolle (Escherich, 1914 und Bodenheimer u. Samburský, 1929), so daß die Abgrenzung der oberen Zonen mit meinen methodischen Hilfsmitteln weniger genau möglich war als die der unteren.

Die ungeordneten Bewegungen seien hier ähnlich wie bei niedrigen Temperaturen definiert. Sie beginnen, wenn die Raupe andere als normale Kriechbewegungen macht. Dies ist meistens ein ruckartiges Hoch-

schnellen des Hinterleibes, plötzliches Schlagen mit dem Kopf, rasendes Laufen und schlagartiges Stillstehen, Umfallen und Zittern.

Individuelle Unterschiede treten ziemlich stark auf, sind aber anscheinend nicht durch das Alter bezw. Entwicklungsstadium der Larven bedingt. Wenn auch die Durchschnittszahlen nicht auf einer Geraden liegen, so liegen sie doch offenbar nicht auf einer Kurve wie bei den unteren vitalen Zonen. Vielmehr werden es Beobachtungsfehler sein, bedingt durch die oben erwähnten Faktoren (Einfluß der Zeit, Nachhinken des Thermometers). Daher seien die Werte für alle Stadien als gleich angenommen, solange kein deutlicher Unterschied nachgewiesen ist.

Die ungeordneten Bewegungen begannen bei einigen Tieren bei 36,5 °, meist aber erst bei 37 °. Bei 39,5 ° führten alle Versuchstiere ungeordnete Bewegungen aus, mit Ausnahme der des III. Stadiums, welche erst zwischen 39,5—41,5 ° diesen Zustand erreicht hatten. Diese Verschiebung um 2 ° wird wohl auf die oben erwähnten Beobachtungsfehler zurückzuführen sein. Im Durchschnitt der Beobachtungen ist die Spanne zwischen 37 ° und 38 ° als untere Grenze anzunehmen. Die ungeordneten Bewegungen halten an oder steigern sich bis zum Eintritt der Wärmestarre.

Hier ist die Temperaturspanne, welche die einzelnen Beobachtungen umfaßt, geringer als bei den ungeordneten Bewegungen. Sie liegt zwischen 42,5 ° und 44,5 °, d. h. bei 42,5 ° fallen die ersten Individuen in Starre, bei 44,5 ° die letzten. Bei noch höherer Erwärmung konnte kein Tier mehr Bewegungen ausführen.

b) Wärmetod.

Der Übergang zum Wärmetod erfolgt sehr rasch. Der Grund für den Eintritt des durch extreme Wärme herbeigeführten Todes ist einfacher zu erklären als der des Kältetodes. Es findet kein Temperatursprung statt, und die Zertrümmerung des Feinbaus der belebten Masse erfolgt weniger kompliziert. Jn jeder lebenden Substanz sind Eiweißkörper enthalten, welche bei einer bestimmten Temperatur gerinnen. Der Wassergehalt des Eiweißes spielt dabei eine Rolle; je wasserärmer es ist, bei um so höherer Temperatur gerinnt es. Wenn durch Gerinnen die zum Leben notwendigen Eiweißstoffe — es besteht die Ansicht, daß es auch nicht lebensnotwendige Eiweißstoffe gibt (Pütter, 1923) — für den Organismus außer Funktion gesetzt sind, tritt der Tod ein. Da die in Starre liegenden Tiere äußerlich nicht von den gestorbenen zu unterscheiden sind, mußten Reihenversuche angestellt werden entsprechend wie beim Kältetod, um zu ermitteln, wann die vorübergehende Starre in die permanente übergeht. Die Raupen erwachen bei Abkühlung im allgemeinen nach einigen Minuten oder Stunden wieder zum Leben. Manche dagegen rührten sich erst nach 1—2 Tagen und einige sogar erst nach 4—6 Tagen. Die ersteren ließen sich meistens weiterzüchten, letztere nicht mehr.

Die Wärme begann für die ersten Tiere bei 44,5 ° tödlich zu wirken. Bei 46 ° blieb keines mehr am Leben. Wenn man voraussetzt, daß die Verdunstung infolge des angefeuchteten Korkens gering oder Null ist, so würde das bedeuten, daß zwischen 44,5 ° und 46 ° das Eiweiß der Nonnenraupe gerinnt. Das würde einem guten Mittelwert entsprechen, wie er allgemein bei Insekten beobachtet ist (Escherich, 1914).

B. Aktivitätsschwellen.

I. Geordnete Bewegungen.

Der Bereich, den die Aktivität im weitesten Sinne umfaßt, ist nach oben und unten hin begrenzt durch die Zone der ungeordneten Bewegungen. Er liegt bei der Nonnenraupe demnach zwischen + 1,2 ° und + 38 °. In diesem Temperaturbereich kann die Nonnenraupe geordnete Kriechbewegungen ausführen. Diese lassen sich jedoch in 3 deutlich unterscheidbare Stufen teilen:

I. Das Kriechen sieht langsam, schwerfällig, ölig aus.
II. Es ist flüssig und beweglich, und schließlich
III. hastig, ruhelos und schnell.

Die Übergänge finden nicht gerade ruckartig statt, sind aber doch auffällig, und die Breite der Temperaturgrenze beträgt nicht mehr als 1—2 °. Die untere Trennungslinie liegt bei 7—9 °, durchschnittlich 8 °, die obere bei 32,5—34,5 °, durchschnittlich 33,5 °. Die Stufe I liegt also zwischen 1,2 und 8 °, die Stufe II zwischen 8 und 33,5 °, die Stufe III zwischen 33,5 und 38 °.

Wieweit auch noch andere Lebensäußerungen als das Kriechen diesen 3 Stufen entsprechen bezw. sie überschneiden, ist nicht untersucht worden. Lediglich ein Versuch wurde durchgeführt, um zu ermitteln, ob die Raupen bei einer Temperatur von 4 ° noch Nahrung aufnehmen können. Ein Zuchtgefäß mit Raupen des I. Stadiums wurde in den als Thermostat dienenden Eisschrank gestellt, dessen Temperatur gleichmäßig 4 ° zeigte. Der Kotfall hörte sogleich auf und setzte während der Beobachtungszeit nicht wieder ein. Nach 14 Tagen waren einige Raupen gestorben, die anderen erholten sich bei Zimmerwärme und begannen wieder zu fressen.

II. Vorzugstemperatur.

Die Vorzugstemperatur ist für ein bestimmtes Individuum nicht immer die gleiche. Sie hängt von verschiedenen Faktoren ab, z. B. ob das Tier frißt oder hungert, sich häutet, auf der Wanderung begriffen ist, schwärmt oder dergleichen mehr. In dem benutzten eingangs beschriebenen Temperaturwahlapparat wurden Raupen aller Stadien beobachtet, mit und ohne Beigabe von Futter. Sie wurden zu Beginn des Versuchs auf die verschiedenste Weise in dem Versuchsraum verteilt: gleichmäßig über den ganzen Versuchsraum, oder jeweils an einem Pol, alle zusammen in mehreren Häufchen, mit und ohne Futter. Als Futter

dienten Fichtenzweige, deren Spitzen sowohl nach dem warmen wie nach dem kalten Pol zeigten, um zu ermitteln, ob sich die Raupen bei ihrer Wanderung von der Wuchsrichtung der Nadeln beeinflussen lassen. Optische Reize wurden durch Verwendung von diffusem Licht ausgeschaltet.

In zahlreichen Versuchen wurden über 500 Raupen geprüft; das Ergebnis war ebenso eindeutig wie überraschend. Nach dem Einsetzen blieben die Raupen teils längere Zeit sitzen, teils krochen sie umher, ohne daß die deutliche Bevorzugung einer bestimmten Richtung zu erkennen war. Augenscheinlich brauchten sie mehrere Stunden, um sich an den neuen Raum und das Temperaturgefälle zu gewöhnen, welches in der Mitte auf 10 cm 1—2 °, an den Polen noch mehr betrug (siehe Abb. 1). Nach einiger Zeit fanden sich immer mehr Raupen am kalten Pol ein, um ihn meistens nicht mehr zu verlassen. Wurden diese Raupen wieder in die Mitte der Schiene oder an das warme Ende gesetzt, so krochen sie nach allen Richtungen umher. Da sie das warme Ende infolge gesteigerter Beweglichkeit schneller verließen, machte es den Eindruck, als bevorzugten sie den kalten Pol. Bei allen Versuchen ergab sich demnach das gleiche Bild: mindestens 50 % aller Raupen, in den meisten Fällen aber 80—95 % saßen zusammengedrängt am kalten Pol, der Rest verteilte sich unregelmäßig über die Schiene und machte einen schlaffen, kranken Eindruck. War Futter beigegeben, so konnte dieses nur eine Verzögerung der Wanderung von einem halben bis ganzen Tag hervorrufen, nicht aber die Ansammlung am kalten Pol verhindern. Ein Einfluß der Nadelrichtung war nicht zu erkennen. Die Raupen krochen auch über die widerstrebenden Spitzen hinweg zum dicken Ende des Zweiges. Nur verpuppungsreife Raupen bevorzugen das wärmere Ende. Sie spannen sich hier ein und waren am anderen Tag verpuppt. Es ist aber auch hierbei denkbar, daß diejenigen verpuppungsreifen Raupen, welche am warmen Ende der Schiene eingesetzt waren und sich nicht mehr fortbewegten, sich infolge der höheren Temperatur hier nur schneller verpuppten als die anderen, welche in der kälteren Zone nicht so zur Verpuppung gedrängt wurden und beweglicher blieben.

Das Ergebnis der aktiven Bevorzugung des kältesten Teils der Schiene, dessen Temperatur je nach der Außenwärme und der Unterkühlung im Eisraum zwischen 2,5—6 ° schwankte — im Winter konnte das äußerste kalte Ende bis — 2 ° abgekühlt werden —, ist so überraschend, daß eine Erklärung hierfür nicht leicht gefunden werden kann. Denn es ist nicht anzunehmen, daß für sämtliche Raupenstadien der Nonne die aktiv aufgesuchte Vorzugstemperatur nahe dem Gefrierpunkt oder, wie bei den Winterversuchen, sogar unter ihm liegt. Auch ist nicht vorstellbar, daß die Raupen instinktiv den Ort aufsuchen, an dem sie den geringsten Stoffwechsel haben und daher dort am längsten leben können. Das setzte voraus, daß sie sich der Unentrinnbarkeit aus ihrem Gefängnis bewußt wären. Auch widerspricht dem, daß die Raupen bei

den Versuchen mit Futter sich ebenfalls am kältesten Ende anhäuften, wo sie infolge der niedrigen Temperatur nicht mehr fressen konnten. Es bleibt nur folgende Erklärung übrig: die Raupen kriechen mehr oder weniger willkürlich in dem Versuchsraum umher. Infolge größerer Beweglichkeit wandern sie im warmen Teil schneller als im kalten. Das warme Extrem von 20 ° und mehr mag ihnen sogar unangenehm sein, sie eilen also zum kälteren Ende. Ihre Eigenwärme paßt sich, wie deutlich zu beobachten ist, keineswegs sofort der Außentemperatur an, so daß sie mit ihrer Wärmereserve ohne Mühe bis zum kältesten Ende der Schiene zu kriechen vermögen. Hier machen sie an der Querwand zunächst Halt. Währenddessen gleicht sich die Eigenwärme der Raupen der Lufttemperatur immer mehr an, die Bewegungen werden langsamer, und die Raupe sitzt nun auf dem kalten Teil der Schiene gewissermaßen wie auf einer Leimrute fest. Mögen einige auch wieder fortkriechen, sie kommen im Laufe der Zeit doch wieder hier an. Schließlich sitzt auf diese Weise die Mehrzahl der Versuchstiere am kalten Ende fest und wartet nun passiv auf ein Ansteigen der Temperatur. Tritt das nämlich ein (durch zeitweilige Entfernung des Eises), so wandern die Raupen wieder fort, ohne daß jedoch eine Ansammlung irgendwo deutlich zu erkennen ist, und finden sich bei Abkühlung allmählich wieder am kalten Pol ein.

Diese auf sehr breiter Basis ausgeführten Versuche würden somit ergeben, daß die Nonnenraupe sich nicht ausgesprochen nach einer Vorzugstemperatur richtet, sondern daß andere Einflüsse, Hunger, Suche nach Nahrung u. dgl. das Aufsuchen einer optimalen Temperatur überdecken. Daß diese in dem weiten Bereich zwischen + 1,2 und 38 ° vermutlich in der Mitte liegt, also etwa zwischen 15 und 25 °, ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, weil die Kriechbewegungen und die Fraßtätigkeit in diesem Bereich am geordnetsten und natürlichsten aussehen. Das würde auch im Einklang mit den Herterschen (1924) Untersuchungen stehen, der fand, daß die Vorzugstemperatur der von ihm untersuchten Insekten nie geringer als 16 ° oder höher als 35 ° war. Mit dem Temperaturwahlapparat ist dieser Nachweis bei der Nonne aber nicht zu führen. Die Versuche erwecken den Anschein, als hätte die Nonnenraupe keinen fein reagierenden Temperatursinn. Sie schreckt bei ihren Wanderungen erkennbar weder vor hohen Temperaturen zurück noch vor niedrigen. In hohen Temperaturen ist sie nur ruheloser und verläßt diese Gegenden daher schneller, während sie am kalten Ende lethargisch wird und sitzen bleibt.

Eine Zusammenfassung der für die Nonnenraupe ermittelten Aktivitätsstufen ist auf Abb. 2 graphisch dargestellt.

5. Puppenstadium.

Mit Nonnenpuppen wurden keine größeren Versuchsreihen durchgeführt, da einige Vorversuche ergaben, daß die Temperaturen, bei denen die Puppe durch extrem hohe bezw. tiefe Temperaturen getötet

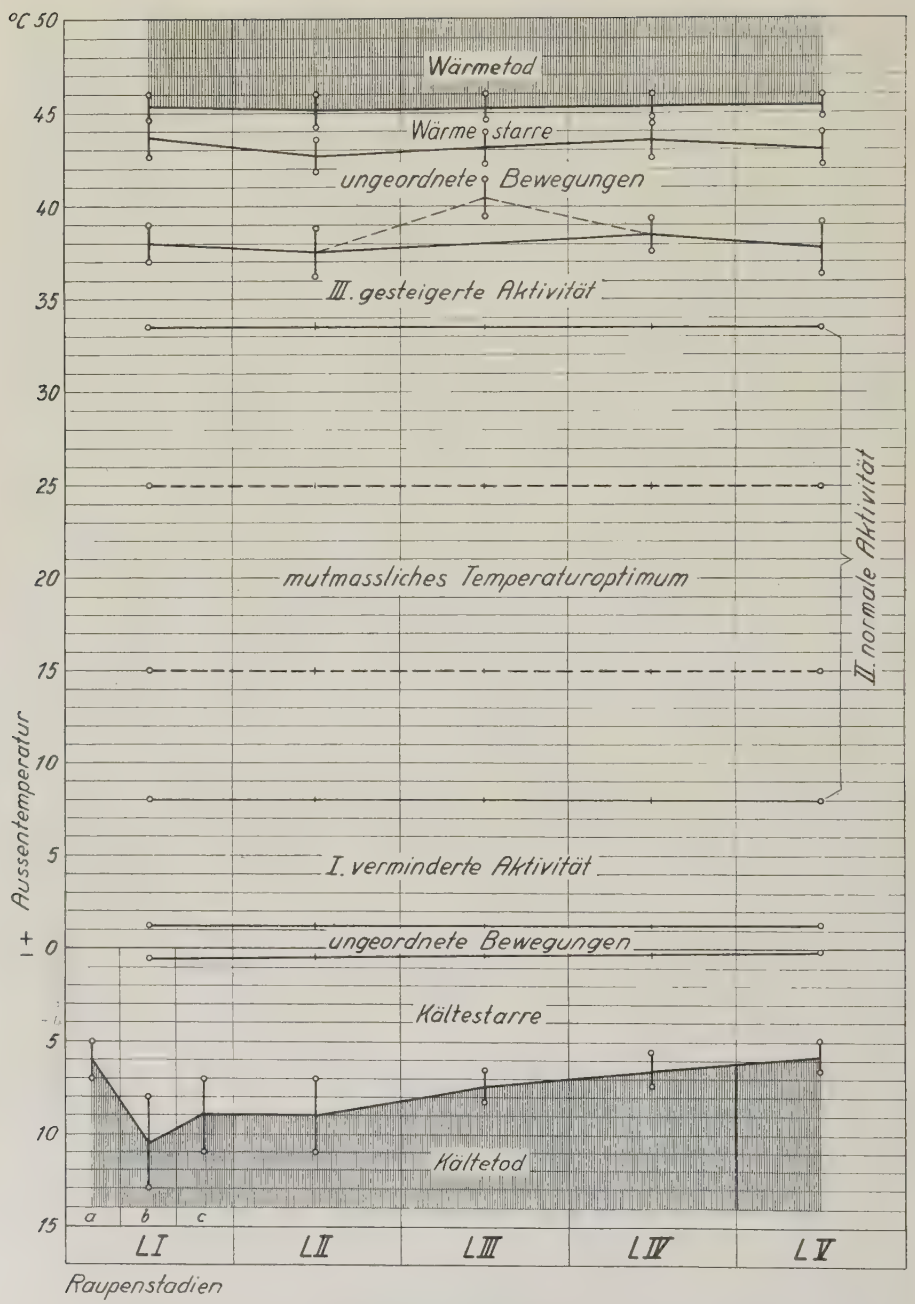


Abb. 2. Graphische Darstellung der Abhängigkeit der verschiedenen Raupenstadien der Nonne (*Lymantria monacha* L.) von der Außentemperatur. — Auf der Ordinate ist die Außentemperatur in Celsius-Graden abgetragen, auf der Abszisse die Raupenstadien 1—5 (L I—L V). Bei dem Eiraupenstadium bedeutet a) die frischgeschlüpfte Eiraupe, die noch keine Nahrung aufgenommen hat, b) die Eiraupe bei Nahrungsaufnahme, c) die nach erfolgter Nahrungsaufnahme wieder hungernde Eiraupe.

wird, weit außerhalb der im normalen Verbreitungsgebiet, besonders im Schadgebiet während der Puppenruhe herrschenden Temperaturgrenzen liegt. Erwähnt sei nur, daß eine Puppe, die 24 Stunden lang einer Temperatur von — 9,4 ° ausgesetzt war, einen normalen männlichen Falter ergab. Die obere Temperaturgrenze wird im Freiland schon deshalb kaum erreicht, weil die Nonnenraupe an ihrem natürlichen Habitat in der Regel an Stamm und Zweigen im Schattenraum der Baumkrone lagert, so daß sie auch einer allenfalls möglichen zeitweiligen starken Insolation entzogen ist. Die Frage ist jedoch theoretisch nicht ohne Interesse und wäre mit größerem Material, das mir nicht zur Verfügung stand, eventuell noch zu untersuchen.

6. Rückschlüsse für die Praxis.

Für die forstliche Praxis ergibt sich aus den vorstehenden Untersuchungen die Frage, ob die Nonne im Freiland unter natürlichen Bedingungen durch Temperaturextreme geschädigt werden kann. Dies könnte noch am ehesten allenfalls durch Kältewirkung erwartet werden. Da die Eizeit von August bis zum April dauert, tiefste Wintertemperaturen aber nachweislich den Eiern nicht schaden, war zu untersuchen, ob die unmittelbar vor dem Schlüpfen stehenden Eier gegen tiefe Kältegrade empfindlicher geworden sind. Dies ist zwar der Fall, doch liegt die tödliche untere Temperaturgrenze selbst beim Einfrieren in Eis mit etwa — 16 ° so tief, daß im April derart niedrige Temperaturen nicht zu erwarten sind. Ebenso liegen die Verhältnisse beim Raupenstadium. Es tritt wohl häufig der Fall ein, daß Ende April, Anfang Mai die ersten Raupenstadien noch vom Frost überrascht werden. Aber es ist unter Berücksichtigung der in den letzten Jahrzehnten gemessenen Temperaturen (Hellmannscher Klimaatlas 1921) unter keinen Umständen anzunehmen, daß die Temperatur noch tiefer als bis — 7 ° sinkt, und zwar im Mikroklima der Rinde und Nadeln. Für die älteren Raupenstadien liegt die tödliche Temperatur etwas höher, aber nicht höher als — 5 °. In der sommerlichen Jahreszeit tritt derart starker Frost nicht auf. Mindestens ebenso starken Frost wie die Raupen können die Puppen ertragen.

Somit ergeben diese Laboratoriumsversuche einwandfrei, daß die Nonne durch die im Freien vorkommenden Temperaturstürze den Kältetod nicht erleiden kann, und daß ihre Unempfindlichkeit gegen Frost dem jahreszeitlichen Wechsel hinreichend angepaßt ist.

Der Wärmetod der Raupe tritt bei + 45 °, die Wärmestarre bei 43 ° ein. Eine derart hohe Temperatur kann nur ausnahmsweise als ausgesprochenes Mikroklima durch intensivste Sonneneinstrahlung auf dunklen Rindenpartien erzeugt werden. Von diesen Stellen würde sich die Raupe durch aktive Bewegung rechtzeitig entfernen können.

Zusammenfassend kann demnach gesagt werden, daß irgendwelche direkte Hilfe bei der Vernichtung der Nonne durch Extreme der Außentemperatur bei uns nicht zu erwarten ist.

7. Zusammenfassung.

1. Als Vorarbeit für Freilanduntersuchungen wurden Laboratoriumsversuche angestellt, welche die Abhängigkeit der Lebenserscheinungen der Nonne (*Lymantria monacha* L.) von der Außentemperatur ermitteln sollen.
2. Das Ei wird im Laufe der Entwicklung vom Winter zum Frühjahr hin empfindlicher gegen starken Frost. Wenn das Räupchen im Ei unmittelbar vor dem Schlüpfen steht, verträgt es aber noch eine Temperaturerniedrigung von mehr als — 13 °. Es ist dabei gleichgültig, ob das Ei der Kälte trocken oder in einem Eisblock eingefroren ausgesetzt wird. Die tödliche Temperaturgrenze liegt bei etwa — 16 °.
3. Die Eier brauchen, um schlüpfen zu können, in der Winterruhe nicht gefroren zu sein. Aber möglicherweise ist die Mortalität höher, wenn sie keinen Frost erlitten haben.
4. Es werden die Aktivitätsgrenzen sowie der Kältetod und Wärmetod aller Stadien der Nonnenraupe in Abhängigkeit von der Außentemperatur ermittelt. Die Einzelheiten der Ergebnisse sind aus der graphischen Darstellung auf Abb. 2 ersichtlich.
5. Die Nonnenraupe besitzt anscheinend keinen ausgesprochenen Temperatursinn. Im Temperaturwahlapparat ist nicht festzustellen, daß sie in der Zone der geordneten Bewegungen eine besondere Temperatur bevorzugt.
6. Die Nonne ist in allen Stadien dem jahreszeitlichen Wechsel der Temperatur bestens angepaßt und verträgt alle im Freien normalerweise vorkommenden Temperaturextreme.

Literatur.

Bachmetjew, P., Experimentell entomologische Studien vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus. Leipzig u. Sofia 1901/07.
Bodenheimer, F. S., Studien zur Epidemiologie, Ökologie und Physiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke. Ztschr. f. angew. Entomol. 1929, Bd. 15.
— — Über die Temperaturabhängigkeit der Insekten IV. Zool. Jahrbücher, Abt. Systematik, 1934, Bd. 66.
Bodenheimer, F. S., u. Schenkin, D., Über die Temperaturabhängigkeit der Insekten I. Ztschr. f. vergl. Physiol. 1928, Bd. 8.
Bodenheimer, F. S., u. Sambursky, K., Über den Wärmeausgleich bei Insekten. Zool. Anz. 1929, Bd. 86.
Eidmann, H., Der Einfluß alternierender Temperaturen usw. Forstw. Ztrbl. 1993, Bd. 55.
Escherich, K., Tote Nonneneier. Naturw. Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft 1911, Bd. 9.
— — Nonnenprobleme. Naturw. Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft 1912, Bd. 10.
— — Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. 1. Berlin 1914.
Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie Bd. 1. Berlin 1930.

Herter, K., Untersuchungen über den Temperatursinn einiger Insekten. Ztschr. f. vergl. Physiol. 1924, Bd. 17.
Knoche, E., Nonnenstudien. Naturw. Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft 1912, Bd. 10.
— — Klima und Nonne. Arb. a. d. Biol. Reichsanstalt 1932, Bd. 20.
Komarek, Wichtige Neubeobachtungen aus der Biologie der Nonne. Anz. f. Schädlingskunde 1933, Bd. 9.
Nieschulz, O., Über die Bestimmung der Vorzugstemperatur von Insekten. Zool. Anz. 1933, Bd. 103.
Pauly, Nonnenbriefe. Frankfurt 1891.
Pütter, A., Stufen des Lebens. Berlin 1923.
Ratzeburg, J. Th. Chr., Die Forstinsekten Bd. 2. Berlin 1840.
Robinson, W., Water-binding capacity of colloids a definite factor in winter hardiness of insects. Journ. ec. Ent. 1927, Bd. 20.
Weber, H., Lehrbuch der Entomologie. Jena 1933.
Wolff-Krausse, Die forstlichen Lepidopteren. Jena 1922.
Zwölfer, W., Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne *Lymantria monacha* L. Ztschr. f. angew. Entomol. 1933, Bd. 20.
— — Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne *(Lymantria monacha* L.) und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Ztschr. f. angew. Entomol. 1934, Bd. 21.

Ergebnisse von Parasitenzuchten.

Von

Erwin Schimitschek.

(Aus der Lehrkanzel für Forstentomologie und Forstschutz an der Hochschule für Bodenkultur in Wien.)

In der nachstehenden Liste sind die im Laufe der Jahre 1926 bis 1934 an der Lehrkanzel für Forstenomologie und Forstschutz gezogenen Parasiten (und zum Teile auch Räuber) nach Wirten geordnet angeführt. Die Braconiden wurden von Herrn Professor Dr. Josef Fahringer, Wien, bearbeitet, obenso eine Anzahl von Ichneumoniden und Chalcidiern. Die Literaturhinweise beziehen sich auf Veröffentlichungen von Neubeschreibungen oder Bearbeitungen der Morphologie und Biologie der Parasiten.

I. Coleoptera.

Agrilus viridis L.: b) Braconidae: *Coeloides scolyticida* Wesm. var. *rugulosa* Fahr., 1931 Schmieda bei Hausleithen, N.-Ö. — *C. scolyticida* Wesm., Schmieda 1931. — *Microgaster globatus* Nees., Schmieda 1931.

Anisandrus dispar F.: a) Ichneumonidae: *Pseudopimpla anisandri* Fahringer, (2), Gleichenberg, Steiermark 1933.

Anobium abietis F.: b) Braconidae: *Bracon pineti* Thoms., Steiermark 1933/34, Lunz, Obersee, Fichtenzapfen. 1934.

Carphoborus minimus F.: b) Braconidae: *Coeloides bostrychorum* Giraud., Schwarzkiefer, N.-Ö. 1926 Marchfeld. — *C. scolyticida* var. *melanostigma* Strand., St. Egyden, Steinfeld.

Clerus formicarius L.: a) Ichneumonidae: *Tryphon bruniventris* Grav., var. *exclamationis* Gr., Imaginalparasit, N.-Ö. 1927.

Clytus lama Muls.: a) Ichneumonidae: *Ephialtes carbonarius* Christ., (3) Wiener Wald, Lärche 1926.

Criocephalus rusticus L.: a) Ichneumonidae: *Odontomerus pinetorum* Thoms., N.-Ö.

Dryocoetes autographus: b) Braconidae: *Cosmophorus Klugi* Ratz., Imaginalparasit, Lunz 1934. — c) Chalcididae: *Rhopalicus suspensus*, Ratz., Lunz, Maiszinken.

Harpium inquisitor L.: a) Ichneumonidae: *Xorides collaris* Grav., var. *harpii* Fahr., (2), Preßbaum, Wiener Wald N.-Ö. 1933.

Hylurgops glabratus Zetterst.: b) Braconidae: *Cosmophorus Klugi* Ratz., ♂ und ♀. Imaginalparasit, Lunz 1934. — *Sigalphus atri cornis* Ratz., Lunz 1934.

Hylurgops palliatus Gyll.: b) Braconidae: *Coeloides ungularis* Thoms., Lunz, Triebenbach bei Mittersee 1934. — *Coeloides ungularis* Thoms, var. *nigerima* Fahr., Lunz, Triebenbach 1934.

Ips amitinus Eichh.: a) Ichneumonidae: *Hemiteles* sp., Lunz, Seekopfsattel 1930. — b) Braconidae: *Eustalocerus clavicornis* Wesm., (4), Lunz, Seekopfsattel 1930. — c) Chalcididae: *Ipocoelius Seitneri* R., Imaginalparasit, Lunz, Seekopfsattel 1930. — *Rhopalicus bimaculatus* N., (4), Lunz, Schreier 1930. — *Rhopalicus suspensus* Ratz., (4), Lunz, (Schreier, Mittersee, Bärental, Höhersteinschlag, Höherstein, Finstergstaud, Seekopfsattel) 1930. — *Rhoptrocerus xylophagorum*, Ratzbg., Lunz, (wie vorher) 1930. — d) Diptera: *Lonchaea Seitneri* Hendel., (4), Lunz, (Schreier, Höhersteinschlag, Höherstein) 1930. — *Phaonia Gobertii*, Mik., Lunz 1930. Beide Dipteren leben als Larven räuberisch von der Borkenkäferbrut.

Ips cembrae Heer.: b) Braconidae: *Coeloides bostrychorum* Gir., (5), Semmeringgebiet, Mittagskogel 1929. — *Dendrosoter Middendorfi* Ratz., (5), Semmeringgebiet, Mittagskogel 1929. — *Doryctes pomarius* Reinh., (5), Larvenparasit, Semmeringgebiet, Mittagskogel 1929. — *Doryctes pomarius* var. *Schimitscheki* Fahr., (5), Semmeringgebiet, Mittagskogel 1929. — *Spathius exarator* L., (Marsh.) (5), Semmeringgebiet, Mittagskogel 1929. — c) Chalcididae: *Eurytoma abieticola* Ratz., (5), Semmeringgebiet, Mittagskogel 1929. — *Rhopalicus suspensus* Ratz., (5), Semmeringgebiet, Mittagskogel 1929. — *Rhoptrocerus xylopharum* Ratz., (5), Semmeringgebiet, Mittagskogel 1929. — d) Diptera: *Madiza glabra* Fall. (5) Räuber. Semmeringgebiet, Mittagskogel 1928/29. — *Medetera excellens* Frey., (5) Räuber. Semmeringgebiet 1928/29. — *Medetera n. s.* Hendel, Räuber. Semmeringgebiet, Mittagskogel 1928/29. — *Phaonia Gobertii*, Räuber. Semmeringgebiet, Mittagskogel 1928/29.

Ips typographus L.: a) Ichneumonidae: *Hemiteles sp.* Lunz, Seekopfsattel 1930. — b) Braconidae: *Eustalocerus clavicornis*, Wesm., (4), Lunz, Seekopfsattel 1930. — c) Chalcididae: *Ipocoelius Seitneri* R., (4), Imaginalparasit, Lunz, Seekopfsattel 1930. — *Rhopalicus bimaculatus* N., (4), Lunz, Schreier 1930. — *Rhopalicus suspensus* Ratz., (4), Lunz (Schreier, Mitterseeboden, Bärental, Höhersteinschlag, Höherstein, Finstergstaud, Seekopfsattel) 1930, 1933, 1934. — *Rhoptrocerus xylophagorum* Ratz., (4), Lunz, (Schreier, Mitterseeboden, Bärental, Höhersteinschlag, Höherstein, Finstergstaud, Seekopfsattel) 1930. — d) Diptera: *Lonchaea Seitneri* Hendel, (4),

Lunz, Schreier, Höhersteinschlag, Höherstein 1930. — *Phaonia Gobertii*, (4), Lunz, Schreier, Höhersteinschlag, Höherstein 1930. Hirschtal 1933.

Myelophylus minor Htg.: b) Braconidae: *Coeloides scolyticida* Wesm. St. Egyden N.-Ö. 1934. — *Dendrosoter Middendorfi* Ratz. Slavetic 1926, 1928. Mähren.

Monochamus sartor F.: b) Braconidae: *Helcon dendator* P. (= *aequator* Nees.), Lunz Südhang, Maiszinken 1933.

Monochamus sutor L.: a) Ichneumonidae: *Ephialtes tuberculatus* Four, Lunz, Südhang, Maiszinken 1933. — *Mesoleptus teredo* Htg. — *Rhyssa amoena* Grav., Lunz 1931. — *Rhyssa aproximator* F. Lunz 1931. — *Rhyssa persuasoria* L., Lunz 1931. — Braconidae: *Helcon dentator* P. (= *aequator* Nees.), Lunz, Südhang, Maiszinken 1933.

Pissodes harzyniae Hbst.: a) Ichneumonidae: *Ephialtes tuberculatus* Four., Lunz, Hirschtal, Mittersee 1934. — *Xorides erosus* Tschek., Lunz, Triebenbach bei Mittersee 1934. — b) Braconidae: *Coeloides abdominalis* Ztt., Lunz, Triebenbach bei Mittersee 1934.

Pissodes notatus F.: b) Braconidae: *Coeloides scolyticida* Wesm. var. *initiatellus* Ratz. 1925.

Pissodes piceae Ill.: b) Braconidae: *Coeloides abdominalis* Ztt. Gumpoldskirchen N.-Ö. 1927.

Pityogenes chalcographus L.: c) Chalcididae: *Pteromalus abieticola* Ratz., Lunz, Südhang, Maiszinken 1933.

Pityogenes quadridens Hartig.: b) Braconidae: *Caenopachys Hartigi* Ratz., Ektoparasit, Wiener Wald, Südmähren 1926, 1927.

Pteleobius vittatus Fabr.: a) Braconidae: *Apanteles emarginatus* Nees., Prater, Donauauen, Bruck a. L., Wr. Neustadt 1929/30.

Ptilinus pectinicornis L.: b) Braconidae: *Hecabolus sulcatus* Curt., Stift Lambach O.-Ö. 1933.

Saperda punctata L.: a) Ichneumonidae; *Ephialtes planifrons* Thoms., Prater 1928.

Scolytus carpini Ratzbg.: b) Braconidae: *Ecphylus eccoptogastri* Ratz., Kirchdorf O.-Ö.

Scolytus mali Bechst.: c) Chalcididae: *Rhopalicus* (Pteromalus) *bimaculatus* Nees., var. *bicaliginosus* Fahr., Slavetic 1927. Zwetschke. — *Rhopalicus bimaculatus* Nees. f. typica., Slavetic 1927. Zwetschke.

Tetropium castaneum L.: a) Ichneumonidae: *Mesoleptus teredo* Hrtg., Lunz 1934. — *Xorides collaris* Grav. ♀. Lunz 1934. — *Xylonomus ater* Grav., Lunz 1934. — b) Braconidae: *Helcon dentator* P. (= *aequator* Nees.), Lunz 1934.

Tetropium fuscum F.: a) Ichneumonidae: *Ephialtes dux* Tschek. (6), 1928. — *Ephialtes planifrons* Thoms., (6), Maissau N.-Ö. 1927,

1928. — *Pyracmon xoridiformis* Strobl., (6), Maissau 1927, 1928. — *Rhadinopimpla brachylabris* Kr., (= *Xylonomus brachylabris* Kr.) (6). — *Xorides collaris* Grav., (6), Maissau 1927, 1928. — *Xylonomus sp.* nahe *praecatorius* F., (6), Maissau 1927/28. — b) Braconidae: *Atanycolus* (*Coelobracon*) *initiator* Nees., (6), Maissau 1927/28. — *Atanycolus* (*Coelobracon*) *Neesi* Marsh., (6), Maissau 1927/28. — *Helcon dentator* P. (= *aequator* Nees.), (6), Maissau 1927/28.

Tetropium Gabrieli Weise: a) Ichneumonidae: *Clistopyga sauberi* Brauns., (6), Maissau 1927/28. — *Ephialtes mesocentrus* Grav., (6), Lärche, Mähren 1928. — *Pyracmon lucidus* Clément, (6), Maissau 1927/1928. — *Rhadinopimpla brachylabris* Kr., (= *Xylonomus brachylabris*) Kr., (6). — a) Ichneumonidae: *Rhyssa persuasoria* L., (6), Maissau 1927/28. — *Xorides collaris* Grav., (6), Maissau 1927/28. — *Xylonomus irrigator* F., (6), Maissau 1927/28. — b) Braconidae: *Atanycolus* (*Coelobracon*) *denigrator* I, (6), Maissau 1927/28. — *Atanycolus* (*Coelobracon*) *Neesi* Marsh., (6), Maissau 1927/28. — *Atanycolus* (*Coelobracon*) *sculpturatus* Thoms., (6), Maissau 1927/28.

II. Lepidoptera.

Asthenia pygmaeana Hb.: b) Braconidae: *Coeloides abdominalis* Zett., St. Michael, Steiermark, 1924.

Bupalus piniarius L.: a) Ichneumonidae: *Heteropelma calcator* Wesm., Galizien 1922. — *Ichneumon bilunulatus* Grav., Galizien 1928. — *Ichneumon nigritarius* Grav., Galizien 1928. — *Ichneumon nigritarius* var. Grav., Galizien 1928. — *Plectocryptus perspicilator* Grav., var. *tricolor* Fahr. (2)., Galizien 1928. — d) Diptera: *Carcelia rutilia* B. B., Galizien 1929. — *Ceromasia nigripes* Fall., Galizien 1929.

Cacoecia murinana Hb.: a) Ichneumonidae: *Glypta resinana* Htg., Klausenleopoldsdorf, N.-Ö. 1934. — *Glypta resinana* Htg., var. *nigrina* Deso., Klausenleopoldsdorf 1934 (Kokon auf Raupe) — *Hemiteles sordipes* Grav., ex Puppe, ♀ ♂ var., Klausenleopoldsdorf 1934. — *Ichneumon varipes* Grav., Klausenleopoldsdorf 1934 ex Puppe. — *Microcryptus murinanae* Fahr. — *Pimpla examinator* F., ♀, Klausenleopoldsdorf 1934. — *Pimpla examinator* F., var. ♂ ex Puppe, Klausenleopoldsdorf 1934. — *Pimpla maculator* F., Klausenleopoldsdorf 1934. — *Pimpla mussi* Htg., Klausenleopoldsdorf 1934. — *Pimpla mussi* Htg., var., Klausenleopoldsdorf 1934. — *Pimpla rufata* Gm. *f. typica*, Klausenleopoldsdorf 1934. — *Pipla rufata* Gm. var.. Klausenleopoldsdorf 1934. — b) Braconidae: *Meteorus scutellator* Nees., *v. unicolor* Wesm., Klausenleopoldsdorf 1934. — c) Chalcididae: *Pteromalus pini* Htg., ex Puppe, Klausenleopoldsdorf 1934. — d) Diptera: *Ptychomyia selecta* Mg.

Coleophora laricella Hb.; a) Ichneumonidae: *Pezomachus laricicollae* Fahr., Steiermark. — b) Braconidae: *Microdus pumilus* Ratz., Steiermark 1923, 1924. — c) Chalcididae: *Entedon laricinella* Ratz., Steiermark 1933, 1934. — *Pteromalus semiclavatus* Ratz., Steiermark 1923, 1924.

Hyloicus pinastri L.: Diptera: *Phryxe vulgaris* Fall., Marchfeld 1927 1928.

Hyponomeuta evonymella L. (= *padi* Zll.): a) Ichneumonidae: *Angitia armillata* Grav., Prater, Wien 1929. — d) Diptera: *Ptychomyia selecta* Hg., Wien 1929.

Laspeyresia strobilella L.: a) Ichneumonidae: *Ephialtes glabratus* Ratz., Steiermark 1933. — *Ephialtes strobilorum* Ratz., Steiermark 1933, Lunz, Obersee, Fichtenzapfen 1934. — *Ephialtes tenuiventris* Holmgr., Lunz, Obersee, Fichtenzapfen 1934. — d) Chalcididae: *Tetrastichus erythrophthalmus* Ratz., var., Steiermark 1933, 1934.

Oeneria detrita Esp.: b) Braconidae: *Meteorus versicolor* Wesm., var. *bimaculatus* Wesm., Wolkersdorf 1933. — d) Diptera: *Exorista libatrix* (Pz.), Wolkersdorf 1933. — *Tachina larvarum* L., Wolkersdorf 1933.

Panolis flammea Schiff.: Ichneumonidae: *Aphanistes armatus* Wesm., (7), Karlslust, Mixnitz, Irnfritz, Mitterretzbach 1930/31. — *Banchus femoralis* Thoms., (7), Karlslust, Mixnitz, Mitterretzbach 1930/31. — *Ichneumon nigritarius* Grav., (7), Karlslust, Mixnitz, N.-Ö. 1930/31. — *Ichneumon pachymerus* Htg., (7), Karlslust, Mixnitz, Irnfritz, Mitterretzbach, Horn 1930/31. — *Plectocryptus arrogans* Grav., (7), Karlslust..... 1930/31. — d) Diptera: *Blepharomyia pagana* Mg., (7), Karlslust 1930/31. — *Panzeria rudis* Fall., (7), Karlslust, ... 1930/31. — *Phryxe erythrostoma* Htg., (7), Karlslust, ... 1930/31.

Stilpnotia salicis L.: b) Braconidae: *Meteorus ictericus* Nees., (8). Raupenparasit, Umgebung von Wien 1926/27. — *Meteorus icterus* var., *Schimitscheki* Fahr., (8), Raupenparasit, Umgebung von Wien 1926/27. — *Rhogas pallidator* Thunbg., (8), Raupenparasit, Umgebung von Wien 1926/27. — d) Diptera: *Tachina larvarum* L., (8), Umgebung von Wien 1926/27. — *Zenillia libatrix* Panz., (8), Umgebung von Wien 1926/27.

III. Hymenoptera.

Banchus femoralis Thoms.: *Anthrax* (Hemipenthes) *morio* L., (7), Karlslust, Mixnitz, Irnfritz, Mitterretzbach, Horn 1930/31.

Exenterus cingulatorius Holmgr.: Ichneumonidae: *Hemiteles castaneus* (Taschenb.) var. *bridgman*, Schiefling, Ruden 1931/32.

Lophyrus sertifer (Geoffr.) (*rufus* Panz.): a) Ichneumonidae: *Exenterus cingulatorius* Holmgr., (9), Schiefling, Ruden, Rinkenberg, Wien

1931/32. — *Exenterus oriolus* Hart., (9), Schiefling, Ruden, Wien 1931/32. — *Lophyroplectus luteator* Thunb., (9), Schiefling, Ruden 1931/32. — *Microcryptus basicionius* Grav., (9), Schiefling, Ruden, Rinkenberg. — *Microplecton fuscipennis* Zett., (9), Schiefling a. S., Kärnten. — *Spilocryptus nubeculatus* Grav., (9), Schiefling, Ruden, Rinkenberg 1931/32. — *Torocampus eques* Htg., (9), Schiefling, Ruden 1931/32. — *Torocampus eques* var. *aterrina* Fahr., (9), Schiefling, Ruden, Rinkenberg. — b) Braconidae: *Meteorus lophyriphagus* Fahr., (9), Rinkendorf bei Bleiberg, K., 1932. — c) Chalcididae: *Entedon ovulorum* (Ratz.), (9), Pötzleinsdorfer Friedhof b. Wien. — *Pseudotorymus obsoletus* (Spin.), (9), Ektoparasit, Ruden, K., 1932. — d) Diptera: *Phryxe vulgaris* Fall., (9), Feldkirchen, K., 1932.

Nematus abietinus Christ.: d) Diptera: *Arrhinomyia cloacella* Kr., Wieselburg a. d. Erlauf 1933.

Nematus Erichsoni Htg.: d) Diptera: *Ptychomyia selecta* Meig., Südmähren 1927.

Passaloecus monilicornis Dahlb. var. Dahlbomi (Raumbenützer in *Clytus lama*-Gängen): f) Chrysididae: *Ellampus aeneus* F., Wiener Wald 1926.

Paururus noctilio F.: e) Cynipidae: *Ibalila arcuata* DT. und Kieff., Reuhof, Marchfeld 1929. — *Ibalia leucospoides* Hochenw., Reuhof, Marchfeld 1929.

Trypoxylon figulus L. (Raumbenützer in *Clytus lama*-Gängen): f) Chrysididae: *Chrysis fulgida* L., Wiener Wald 1926.

Xiphydria camelus L.: a) Ichneumonidae: *Macrosterotrychus ephialtoides* Kr. (= *Xylonomus ephialtoides* Kr.) Alnus glutinosa Betula alba, N.-Ö. — *Thalessa curvipes* Grav., N.-O. — *Thalessa obliterata* Grav., N.-Ö.

Xiphydria longicollis Goeffr.: a) Ichneumonidae: *Ephialtes carbonarius* Christ., (2), Slavetic, Eiche, 1929/30. — *Rhyssa approximator* F., (2), Slavetic 1929/30. — *Rhyssa approximator* F., var. *alpestris* Holm., (2), Slavetic 1929/30. — *Rhyssa approximator* F., var. *ruficoxis* Kriech., (2), Slavetic, Eiche, 1929/30. — *Thalessa obliterata* Grav., (2), Innenparasit der Larve, Slavetic 1930. — *Xorides nitens* Grav., (2), Slavetic 1929/30. — *Xylonomus filiformis* Ratz., (2), Slavetic 1929. — c) Chalcididae: *Pteromalus xiphydriae* Fahr., (2), Slavetic, Mähren, 1930.

VI. Diptera.

Panzeria rudis Fall., (ex *Panolis flammea* Schiff., Karlslust 1930/31): a) Ichneumonidae: *Microcriptus abdominator* Grav., (2). — *Phygadeuon longiceps* Th., (2). — *Stibeutes piceus* Fahr., (2), (prope *Heine-*

manni F.). — d) Diptera: *Hemipenthes morio* L., (7). — *Hemipenthes maurus* L., (7).

Tachina larvarum L.: Ichneumonidae: *Phygadenon Schimitscheki* Fahr., (2), Wolkersdorf 1933. (*Tachina larvarum* ex *Ocneria detrita*).

V. Rhynchota.

Aphis saliceti Kalt.: Braconidae: *Aphidius salicis* Hal.

Cinara (Lachnus) laricis Koch.: a) Ichneumonidae: *Exochus erytronotus* (Grav.), Lärche, Slavetic 1928. — b) Braconidae: *Aphidius pini* Hal.

Cinara pini L.: b) Braconidae: *Aphidius pini* Hal. (var. sehr dunkel).

Cinara Cecconii Del Guerc.: b) Braconidae: *Aphidius (Coelonotus) pictus* Hal., Tanne, Klausenleopoldsdorf 1934.

Lachnus Neubergi Arnhart: b) Braconidae: *Coelonotus aterimus* Fahr. (2), *(Aphidius = Coelonotus)* Latsche, Rotmoos, Lunz 1931.

Lachnus sp.: b) Braconidae: *Aphidius laricis* Hal., Schwarzkiefer 1927.

Lachnus tomentosus de Geer.: b) Braconidae: *Aphidius abietis* Marsh. Marchfeld 1927.

Literatur.

1. Fahringer, *Opuscula braconologica.* Wien.
2. Schimitschek, E., Forstschädlingsauftreten in Österreich 1927—1933. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1935.
3. — — *Clytus lama* Muls. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1928.
4. — — Forstentomologische Untersuchungen a. d. Gebiete von Lunz I. Ztschr. f. ang. Entomologie XVIII, 1931.
5. — — Der achtzähnige Lärchenborkenkäfer *Ips cembrae* Heer. Zur Kenntnis seiner Biologie und Ökologie sowie seines Lebensvereines. Ztschr. f. ang. Entomologie XVII, 1930.
6. — — *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum* L. Ein Beitrag zu ihrer Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft. Ztschr. f. ang. Entomologie XV, 1929.
7. — — Beobachtungen bei dem Auftreten und der Bekämpfung der Kiefernеule *Panolis flammea* Schiff. in Niederösterreich 1930 und 1931. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1931.
8. — — Das Auftreten des Weidenspinners *Stilpnotia salicis* L. in der Umgebung von Wien 1926 und 1927. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1930.
9. Schönwiese, F., Beobachtungen und Versuche anläßlich einer Übervermehrung von *Lophyrus sertifer* Geoffr. (= *rufus* Panz) in Südkärnten in den Jahren 1931/32. Ztschr. f. ang. Entomologie XXI, 1934.

Das Massenauftreten des Tannentriebwicklers Cacoecia murinana Hb. in Niederösterreich 1929—1934.

Von

Erwin Schimitschek.

(Aus der Lehrkanzel für Forstentomologie und Forstschutz der Hochschule für Bodenkultur, Wien.)

(Mit 16 Abbildungen.)

Im Jahre 1934 kam es zu einem Massenbefall der Tannenbestände des Forstwirtschaftsbezirkes Baden der Österreichischen Bundesforste durch *Cacoecia murinana* Hb.[1]) Der Tannentriebwickler gehört in diesem Gebiete zu den sehr häufig auftretenden Schädlingen, es muß daher als Seuchengebiet dieses Kleinschmetterlings bezeichnet werden.

Schon im verflossenen Jahrhundert trat hier der Tannentriebwickler in bestimmten Zeiträumen als Kardinalschädling auf. Eine klassische Arbeit über die Gradation dieses Schädlings in der Zeit von 1872—1882 verdanken wir F. A. Wachtl.

I. Geschichtliches.

Die Kulmination der von Wachtl beschriebenen Gradation fiel in das Jahr 1877. Das erste „starke Auftreten" wurde schon 1872 beobachtet, und zwar in den Wirtschaftsbezirken Heiligenkreuz und Rauhenstein.

Genaue Aufzeichnungen liegen aus dem Jahre 1877 vor. Den stärksten Befall wiesen die Bestände des Bezirkes Baden, insbesondere die Gebiete von Klausen-Leopoldsdorf auf. Es waren 76—80 % der Tannenbestände stark befallen.

Im Jahre 1877 erstreckte sich das Massenauftreten von *Cacoecia murinana* in Niederösterreich noch auf die Tannenbestände der Bezirke Sechshaus, Wr. Neustadt, Neunkirchen, Amstetten, Scheibs, Krems und auf den Bezirk Steyr in Oberösterreich.

---

[1]) Herrn Hofrat Ing. Güde, der mich auf das Auftreten dieses Schädlings aufmerksam machte, sowie der Generaldirektion der österreichischen Bundesforste, die die Durchführung der Untersuchungen in freundlicher Weise förderte, sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

In der gleichen Zeit wurde eine Gradation von *Steganoptycha rufimitrana* H. S. in Mähren, Schlesien und Böhmen festgestellt; *Cacoecia murinana* trat in diesen Ländern gegenüber *St. rufimitrana* in den Hintergrund.

In Niederösterreich waren im Jahre 1877 von den gesamten Tannenbeständen dieses Landes (8363 ha) nicht weniger als 2758 ha, also 33 %, vom Tannentriebwickler stark befressen. Der durch den Fraß im Jahre 1877 an den Tannen auf dieser Fläche verursachte Schaden wurde mit 4621 fm je Hektar beziffert, dürfte aber höher gewesen sein.

Bei der Gradation 1872—1882 waren in Niederösterreich nur die Tannenbestände der IV. und V. Altersklasse befallen. Die Dauer der Gradation betrug im Minimum 6 Jahre, an vielen Orten jedoch 10 Jahre.

Der Zuwachsverlust für die stark geschädigten Bestände (auf einer Fläche von 2758 ha) betrug in Niederösterreich für die Fraßperiode 1872—1882, bei Zugrundelegung sechsjähriger Fraßdauer und halbstarken Fraßes, 12 686 fm. Diese Daten finden sich in der Wachtlschen Arbeit.

Den Aufzeichnungen im Gedenkbuch des Wirtschaftsbezirkes Klausen-Leopoldsdorf ist zu entnehmen, daß ein weiteres Massenauftreten von *C. murinana* in den Zeitraum von 1889—1892 fällt. 1889 findet sich die Eintragung: „Eine Folge der abnormen Witterungsverhältnisse war die stärkere Entwicklung des Borkenkäfers und des Tannentriebwicklers ...“ Der Tannentriebwickler kam „in den Beständen in Haag, [1]) Hochbrand, [2]) Achsbachleiten, [3]) Lengbachleiten [4]) in enormen Mengen vor“.

1890: „Der Tannentriebwickler ist in starker Abnahme begriffen, was seine Ursache in der ungünstigen Witterung während der Raupenentwicklung Ende Mai bis Anfang Juni hat, zu welcher Zeit andauernde Regentage aufgetreten sind.“

1891: „Das Auftreten des Borkenkäfers und des Tannentriebwicklers nur gering.“

1892: „Der Tannentriebwickler war im Jahre 1892 nur in wenigen Beständen noch bemerkbar.“

Über weitere Gradationen finden sich in den Gedenkbüchern keinerlei Eintragungen. Mündlicher Überlieferung nach soll im Jahre 1911 ein Massenauftreten von *C. murinana* im Bezirk Klausen-Leopoldsdorf vor sich gegangen sein.

II. Ausdehnung der Kalamität 1929—1934.

Der Befall erstreckte sich im Jahre 1934 auf nahezu den ganzen Forstwirtschaftsbezirk Baden. Starken Befall wiesen die Bestände der

[1]) Abtlg. 9, 10, 11, 12.
[2]) Abtlg. 13. 14.
[3]) Abtlg. 22. 23, 24.
[4]) Abtlg. 66, 67.

Wirtschaftsbezirke Alland, Klausen-Leopoldsdorf, Lammerau auf. Teilweise waren auch Bestände des Stiftes Heiligenkreuz (Weidenbach) befallen.

Das Befallsgebiet reichte gegen Westen über St. Corona bis zum Schöpfl (893 m). Der gegen Westen und Nordwesten exponierte Abfall des Schöpfl gegen Klamm war vom Befall vollkommen frei. Gegen Norden und Nordosten erstreckte sich das starke Auftreten von *Cacoecia murinana* bis zum Abfall des Hengstels gegen die Pfalzau. 1934 war der Befall am Hengstel mäßig bis stark, bei Ranzenbach jedoch schon stark. Gegen Süden bildeten die Südgrenzen der Wirtschaftseinheiten St. Corona, Klausen-Leopoldsdorf und Alland die Befallsgrenzen; gegen Osten verlief die Befallsgrenze in den an den Bezirk Klausen-Leopoldsdorf angrenzenden Forsten des Stiftes Heiligenkreuz gegen Alland.

Bereits in den Jahren 1929 und 1930 wurde das erste stärkere Auftreten des Tannentriebwicklers in den Abteilungen 12 und 13 des Bezirkes Klausen-Leopoldsdorf festgestellt. Es ist interessant, daß, wie den Aufzeichnungen im Gedenkbuche des Wirtschaftsbezirkes Klausen-Leopoldsdorf zu entnehmen ist, auch bei der Gradation des Jahres 1889 der Tannentriebwickler in den gleichen Örtlichkeiten in „enormen Mengen auftrat", und zwar im Waldort „Haag" (dies sind die Abteilungen 9, 10, 11, 12) und im Waldort „Hochbrand" (Abteilungen 13 und 14).

Starker Befall wurde im Jahre 1889 in den Abteilungen 22, 23, 24, 66, 67 verzeichnet; 1934 waren es gleichfalls die Abteilungen 6, 9, 12, 13, 14, 20, 21, 22, 23, 67, 68, 77, 78, 79; im Wirtschaftsbezirke Lammerau die Abteilungen 12, 74, 75, 85 und im Wirtschaftsbezirk Alland die Abteilungen 27, 28, 34 und 39.

III. Das Befallsgebiet.

1. Geologie.

Geologisch gehört das Befallsgebiet zur Sandsteinzone (= alpine Flyschzone). Das Gestein besteht aus dünn geschichteten Lagen weicherer, blätteriger Mergelschiefer mit Bänken von meist grobem Sandstein. Bei Klausen-Leopoldsdorf selbst folgt im Liegenden dieser Schichten ein Streifen von harten, stark glitzernden Sandsteinen, die mit dunklen Schiefern wechseln. Bei der Hauptklause, die in der Streichungslinie der Alttertiärauflagerung liegt, ist der Sandstein grob, bunt punktiert (Paul, Vetters, Stur).

Die Hauptmasse wird aus blaugrauem Sandstein gebildet, der viel kleine Glimmerschüppchen enthält. Beim Verwittern tritt durch Oxydation des Eisenoxyduls zu Eisenhydroxyd eine braune Färbung auf. Es bilden sich vielfach sehr feinkörnige Böden. Gegen Alland zu, am Südrand der Sandsteinzone, ist der Sandstein von älterem Kalkalpengestein überschoben.

Neben dem Sandstein treten Mergel und auffallend rot gefärbte Tonschiefer auf.

Die langen und ziemlich regelmäßigen Falten streichen von WSW nach ONO.

Die sanft gerundeten Bergformen haben ziemlich gleiche Gipfelhöhe. Die Abhänge sind von recht mächtigem Verwitterungsschutt bedeckt. Felsbildungen gibt es nur in den von Bächen durchzogenen Tälern.

Die Täler sind ziemlich breit, die Gehänge steil. Die Kämme sind meist von Sandstein gebildet, der infolge seiner stärkeren Wasserdurchlässigkeit der Abtragung weniger ausgesetzt ist. Die Tieflinien werden dagegen von weichen Mergelformen gebildet. Klausen-Leopoldsdorf liegt in einer solchen Tieflinie, die von Preßbaum her über Klausen-Leopoldsdorf und von hier über die Paßhöhe nach Laaben verläuft.

Das Gebiet nordwestlich von Klausen-Leopoldsdorf gehört dem Paleogen an, das südöstlich liegende Gebiet der Oberkreide.

Höhenlagen.

Die befallenen Tannenbestände liegen in Höhen von 360 bis ca. 700 m. Das stärkste Auftreten des Tannentriebwicklers war in Höhenlagen zwischen 360 und 550 m zu verzeichnen. — Die höchste Erhebung am Rande des Gebietes ist der Schöpfl (893 m). Die höchsten Kuppen im Inneren der Befallsfläche erreichen Höhen von 468—582 m, nur der Vorderschöpfl steigt bis 709 m an.

2. Die forstlichen Verhältnisse des Gebietes.

Das Befallsgebiet liegt am Rande des natürlichen Verbreitungsgebietes der Tanne im östlichen Voralpenland. Das Auftreten der Tanne in diesem Gebiet ist zweifellos natürlich. Jedes größere, auch Altholz umfassende Tannenvorkommen in Niederösterreich muß als natürliches angesehen werden. Tschermak führt hiefür auch geschichtliche Beweise an (Clusius, Die Wienerwaldbücher von 1572 und 1678 und das Waldschätzungsbuch von 1721).

Im Wirtschaftsbezirk Baden, der 9140 ha umfaßt und in dem das Befallsgebiet liegt, sind Tanne und Rotbuche die Hauptholzarten. Die Fichte ist künstlich eingebracht; Kiefer und Lärche sind eingesprengt. In dieser „Tannenzone" des Wiener Waldes wird heute auf Nachzucht der Tanne als Hauptholzart hingearbeitet (westlicher Wienerwald). Daß heute in den 15—60jährigen Beständen verhältnismäßig wenig Tannen zu finden sind, hat seine Hauptursache in

Tabelle I.

Altersklassenverhältnis.

	Räumden Blößen	I 1 bis 20	II 21 bis 40	III 41 bis 60	IV 61 bis 80	V 81 bis 100	VI 101 bis 120	VII über 120	Fläche	Holzmassen
Klausen-Leopoldsdorf	123,49	468.27	542,65	563,63	417,98	248,55	574,47	239,11	3160,15	880.490
	3,90	14,82	16,60	17,83	13,23	7,87	18,18	7,57	100 %	
						33.62 %				
Lammerau	120,80	389,00	629,60	682,62	397,01	374,16	276,19	395.21	3264,59	884,965
	3,70	11,92	19,29	20,91	12,16	32,02 %			100 %	
								VII 144,58		
Alland	121,18	323.09	451,46	346,78	385,11	458,37	421,70	VIII 5.62	2657,89	586,160
	4,56	12,16	16,99	13,05	14,49	17,24	15,86	5,65	100 %	
						38,75 %				

Umtriebszeit = 100 Jahre, Verjüngungszeit = 10 Jahre (5jähriger Aufforstungszeitraum.)

den Verbißschäden durch Hochwild. Gerade die Bezirke des hauptsächlichen Tannenvorkommens: Alland, Klausen-Leopoldsdorf, Lammerau, also das Befallsgebiet des Tannentriebwicklers, waren das Leibgehege des Kronprinzen Rudolf, in dem ein übermäßiger Hochwildbestand gehalten wurde.

Über die Alttannenbestände dieses Gebietes sagt Güde: „Die heutigen Alttannen sind vielfach aus lange unter Druck gestandenen Vorwüchsen hervorgegangen und haben oft ein beträchtlich hohes physisches Alter." (220 Jahre und mehr.)

Die Altersklassenverhältnisse gehen aus der Tab. I hervor:

3. Die befallenen Bestände.

Es ist nicht möglich, auf alle Bestände, die mehr oder weniger befallen waren, einzugehen. Es sollen nur jene hervorgehoben werden, die entweder besonders starken Befall aufwiesen, oder denen aus anderen Gründen besonderes Interesse zukommt.

In der nachstehenden Tabelle II ist eine Übersicht über die stärkst befallenen Bestände und über jene gegeben, in denen das Auftreten des Tannentriebwicklers einem genauen Studium unterzogen wurden.

Während nach den Angaben Wachtls bei der Kalamität 1872 bis 1882 in Niederösterreich nur die Bestände der IV. und V. Altersklasse befressen wurden, erstreckte sich 1934 der Fraß auf alle Altersklassen vom Anflug bis zur VII. Alterklasse. Allerdings war die Stärke des Befalles der einzelnen Altersklassen verschieden. Der Hauptsache nach gehörten die stark befallenen Bestände der V., VI. und VII. Altersklasse an, doch wurden stellenweise auch Jugenden und Tannenunterwuchs stark befressen. Der Befall umfaßte nicht nur reine Tannenbestände, sondern erstreckte sich auch auf Tannen-Buchenmischbestände aller Mischungsverhältnisse; er blieb in diesen natürlich nur auf die Tanne beschränkt. Dagegen wurden Fichte und Lärche ortsweise stark, Weißkiefer und *Picea pungens* nur ausnahmsweise befressen. Besonders starken Befall wiesen die Fichten an Bestandesrändern auf, so daß die Maitriebe oft völlig kahl gefressen waren.

IV. Epidemiologie.

1. Örtliche Disposition.

Es ist auffallend, daß bei allen Gradationen des Tannentriebwicklers im Wirtschaftsbezirke Klausen-Leopoldsdorf das erste starke Auftreten stets an der gleichen Örtlichkeit, in den gleichen Abteilungen erfolgte. Ebenso kann der Nachweis für die Tatsache erbracht werden, daß bei allen Massenvermehrungen dieses Schädlings, die größten Schäden und die größte Bevölkerungsdichte stets in denselben Waldorten festzustellen waren. Der Hauptsache nach handelt es sich um Bestände, die auf mehr oder weniger steilen, gegen Süden oder Südwest exponierten Lehnen stocken. Insbesondere gilt dies für die Abteilungen 12 und 13, in denen sowohl 1890, 1911 wie 1929 das erste Auftreten von *Cacoecia murinana*

Tabelle II.

Verwaltungsbezirk	Abteilung	Exposition	Alter	Bestand	Bonität	Bestockung	Anmerkung Parasitierungsprozent der Puppen
Klausen-Leopoldsdorf	6a	SW	110	0,8 Bu, 0,2 Ta	III/IV	0,9	
	9c	O	120	0,4 Bu, 0,6 Ta	IV	0,9	
	d		150	0,4 Bu, 0,6 Ta	III	0,5	
	12a	S-SW	120	Ta	IV	0,7/0,8	[1])
	b	S	85	0,7 Bu, 0,3 Ta	III	0,8	
	c	SW	120	0,15 Bu, 0,85 Ta	V	0,8	[2])
	d	SW	120	0,2 Bu, 0,8 Ta	IV	0,8	0 %
	e		110	0,2 Bu, 0,8 Ta	V	0,5	
	13a	S	120	Ta	V	0,8/0,9	[3])
	b	S	95	0,6 Bu, 0,4 Ta	IV/V	0,9	
	c	S u. W	80	0,7 Bu, 0,3 Ta	V	0,9	
	d		5	Fi	IV	0,9	
	e, f, g		5	Fi	IV	0,6	
	14a		90	0,8 Bu, 0,2 Ta	V	0,9	
	b		105	0,3 Bu, 0,7 Ta	V	0,8	
	20b	SO	105	0,2 Bu, 0,8 Ta	V	0,9	
	21a	OSO	105	Ta	IV	1,0	35,8; 64,7; 10; 6 %
	b	OSO	125	0,3 Bu, 0,7 Ta	V	1,0	
	c	SO	105	0,2 Bu, 0,8 Ta	V	0,6	
	e	SO	125	0,2 Bu, 0,8 Ta	IV	0,6	
	f	SO	125	0,2 Bu, 0,8 Ta	V	0,8	
	22a	W	75	0,35 Bu, 0,65 Ta	V	1,0	
	b	W	115	Ta	V	0,9	
	c		90	0,2 Bu, 0,7 Ta, 0,1 Fi	IV	1,0	
	d, e				V		
	23b		50	Hbu, Fi	V	0,9	
	c	W	70	0,2 Bu, 0,8 Ta	VI	1,0	
	67a		110	0,1 Bu, 0,8 Ta	IV	0,8	[4])
	b		80	0,1 Bu, 0,9 Ta	IV	0,9	
	68a		105	Ta	V	0,8	[4])
	b		90	Bu, **Ta**	V	0,9	
	77a	NO	100	0,1 Bu, 0,9 Ta	V	0,8	
	b	NO	100	0,1 Bu, 0,9 Ta	V	0,7	
	c	N	5	Fi	V	0,9	
	d	N	90	0,2 Bu, 0,8 Ta	IV	0,9	
	e	N	100	Ta	IV/V	0,9	
	g	NO	100	0,3 Bu, 0,7 Ta	IV	0,9	

[1]) Erstes Auftreten **1929**. 1934 Befall sehr stark!
[2]) 8jähr. Lärchen stark befallen (1934). In Verjüngung.
[3]) Erstes Auftreten **1929**. 1934 Befall sehr stark!
[4]) Befall sehr stark.

Verwaltungsbezirk	Abteilung	Exposition	Alter	Bestand	Bonität	Bestockung	Anmerkung Parasitierungsprozent der Puppen
Klausen-Leopoldsdorf	78a	O	110	0,2 Bu, 0,8 Ta	IV	0,6	
	b	NO	110	Ta	V	0,9	17,6 %
	e	NO	110	Ta	IV/V	0,6	18,4 %
	79a		70	0,4 Bu, 0,6 Ta	V	1,0	
	b		75	0,5 Bu, 0,5 Ta	V	0,9	
	c		9	Fi, Kie	V	0,9/1,0	[5])
	d		5	Kie, Fi, Pungens	IV	1,0	[6])
	f		80	0,2 Bu, 0,8 Ta	V	0,8	
Lammerau	74a	N	100	0,2 Bu, 0,8 Ta	V	0,9	16 %
	b	N	90	0,4 Bu, 0,6 Ta	V	1,0	
	c	N	5	Ta	V	0,4	
	d	N	5	Ta	V	0,4	
	e		90	0,4 Bu, 0,6 Ta	IV	0,9	
	f		110	0,2 Bu, 0,8 Ta	IV	0,8	
	75a	N	90	0,75 Bu, 0,25 Ta	V	1,0	
	b	N	5	Ta	V	0,2	
	c		5	Ta	V	0,2	
	85a	S, O	100	0,5 Bu, 0,5 Ta	V	0,9	[7]) 37,5; 7,7;
	b	S	90	0,5 Bu, 0,5 Ta	V	0,9	29 %
Alland	27a		125	0,6 Bu, 0,4 Ta	IV	0,7	
	28a	N-NW	115	0,9 Bu, 0,1 Ta	IV/V	1,0	
	b	N-NW	95	0,8 Bu, 0,2 Ta	V	0,9/1,0	
	c_1	W	125	0,6 Bu, 0,4 Ta	VI	0,3	
	34a	S	130	0,1 Bu, 0,9 Ta	VI	0,6	
	b	W-SW	125	0,35 Bu, 0,65 Ta	VI	0,8/0,9	
	c	SW	125	0,2 Bu, 0,8 Ta	VI	0,8/0,9	
	d	SW	125	0,7 Bu, 0,3 Ta	V	0,9	
	d_1	SW	130	0,85 Bu, 0,15 Ta	V	0,4	
	e	SW	130	0,8 Bu, 0,2 Ta	IV	0,9	
	37 b_1 b_2		5, 115	0,4 Bu, 0,6 Ta	VI	0,8/0,7	
	38c	SW	115	0,3 Bu, 0,7 Ta	IV/V	0,8/0,9	
	39a		125	0,85 Bu, 0,15 Ta	V/VI	0,9	
	e		110	0,7 Bu, 0,3 Ta	V	0,7	
			110	0,6 Bu, 0,4 Ta	V	0,8/0,9	

[5]) Maitriebe der 8—10jähr. Fichten stark befallen (1934), ebenso einzelne Kiefernmaitriebe.

[6]) Weißkiefer und Picea pungens Maitriebe befallen (1934).

[7]) Befall sehr stark.

festgestellt wurde. Es handelt sich hier um reine Tannenaltbestände, oder um Tannenbestände mit geringer Buchenbeimischung. Diese reinen Tannenaltbestände sind örtlich stark gelichtet, sehr ungleichmäßig, im Schluß gelockert.

Die Böden sind gründige, bis tiefgründige, humose, frische Lehmböden, stellenweise schottrig, teils streng. Der Boden zeigt zum Teil Streu, zum Teil reichlichen Graswuchs.

In solchen Beständen scheint der eiserne Bestand des Tannentriebwicklers auch in ruhigen Jahren hoch zu sein. In Jahren mit ungünstigen Witterungsverhältnissen (feucht, kalt) dürfte hier durch das expositionsbedingte Solarklima des Standortes die Sterblichkeit gering sein, jedenfalls geringer als in Beständen, die gegen Norden, Nordost oder Nordwest exponiert sind, oder in Mulden liegen. In diesen Örtlichkeiten des herabgeminderten Widerstandes der Umwelt erfolgt bei günstigen Witterungsverhältnissen stets das erste Aufflackern; hier nimmt naturgemäß die Bevölkerungsdichte sehr rasch zu.

2. Klimatische Verhältnisse.

a) Langjähriges Mittel des Befallsgebietes.

Das gesamte Befallsgebiet liegt an der Grenze der Jännerisotherme von 0 bis + 1 ° zu jener von — 1 bis 0 ° C; an der Grenze der Juliisotherme von unter + 19 ° C zu jener von + 19 bis + 20 ° C und reicht an der Ostgrenze des Befallsgebietes etwas in dieses wärmere Territorium hinein (Alland) [1]). Das ganze Befallsgebiet liegt also klimatisch in einer knapp westlich Wiens nach Süden verlaufenden Randzone. In diesem Zusammenhang ist es von Interesse, daß das erste Auftreten 1929 und 1930 in Abteilungen erfolgte (12a, 13a), die gerade an der Grenze der Juliisotherme von unter 19 ° zu jener von 19 bis 20 ° C liegen.

Legt man die, nicht reduzierte Werte enthaltenden Temperaturkarten von Österreich auf Grund 20jähriger Mittelwerte [2]) zugrunde, so ist das Befallsgebiet folgendermaßen charakterisiert. Das Jahresmittel beträgt 8—9 ° C. Das Gebiet liegt zwischen den Juliisothermen von 18 und 19 ° C und überschreitet im Osten die 19 ° C Juliisotherme. Die Jännerisotherme von — 2 ° C umschließt das Gebiet im Westen.

Die nähere Charakterisierung der Klimaverhältnisse des Befallsgebietes ist der Tabelle III zu entnehmen, in der die Klimadaten für die am Rande dieses Gebietes gelegene Beobachtungsstation Alland verzeichnet sind.

Es können nur die Angaben der Station Alland verwendet werden, da die anderen, durch längere Zeit bestehenden Stationen vom Befalls-

[1]) Temperaturmittel 1896—1915 und Isothermenkarten von Österreich. Wien 1929. Hygrographisches Zentralbureau. Selbstverlag. Mitt. d. geogr. Ges. Wien 1929, Bd. 72, S. 245—280.

[2]) Herausgegeben vom hydrographischen Zentralbureau im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

gebiet zu weit entfernt sind und das Klima dieser Stationen mit unserem Gebiete nicht übereinstimmt. Im Herzen der heimgesuchten Wälder selbst liegt keine meteorologische Station, die über langjährige Beobachtungen verfügt. Die meteorologische Beobachtungsstation Alland wurde leider im Jahre 1934 aufgelassen.

Tabelle III.

Klimadaten für Alland.

Alland: 48°3' n. Br.; 16°5' E. M.: 330 m Seehöhe.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IV	X	XI	XII
50jähr. Temperaturmittel 1851—1900 (6 Jahre)	− 2,8	− 1,1	2,3	7,5	12,1	16,0	18,2	17,2	13,5	8,4	2,3	− 1,6
Temperaturmittel 1896—1915	− 1,7	0,3	4,1	8,0	12,7	16,6	18,0	17,3	13,4	8,6	3,3	0,5
Mittlere Monatsmaxima 1881—1900	7,5	9,6	17,2	21,2	25,8	27,7	31,4	29,1	25,7	20,6	14,2	9,4
Mittlere Monatsminima . 1881—1900	−15,0	−11,9	−8,7	−2,0	3,0	8,3	10,2	9,4	4,7	−1,5	−7,1	−11,8
Mittlere Bewölkung 1881—1900	6,9	6,6	5,7	5,5	5,2	5,5	4,9	4,3	3,8	5,4	6,8	6,9
Niederschlagsmenge i. Mittel 1881—1900 Σ_0	50,0	32,0	58	97	71	166	125	84	76	84	57	39
Niederschlagstage T_0 . .	10,4	7,8	12,1	14.2	10,2	13,2	12,1	9,9	8,9	9,5	9,3	10,2
Niederschlagsmenge über ($\geqq$) 5 mm Σ_5 .	35,75	17,84	43,71	82,51	56,64	101·4	110·3	—	—	—	—	—

Die Summe der Niederschlagstage beträgt im Durchschnitt 127,8. Biologisch spielen insbesondere jene Regentage eine große Rolle, die über 5 mm Niederschlag aufweisen (Schimitschek, 1928). Nach einer außerordentlich sinnreichen und einfachen Methode, die Ing. Karl Krenn ausgearbeitet hat, kann man aus der Gesamtniederschlagssumme eines Ortes die Niederschlagsmenge von $\geqq$ 5 mm, sowie die entsprechende Anzahl von Niederschlagstagen errechnen. Auf diese Methode, die für biologische Zwecke von großer Wichtigkeit ist, sei hier besonders verwiesen.

Die Σ_0 gibt die Gesamtniederschlagsmenge eines Jahres für einen bestimmten Ort an. Die Σ_5 ist die Summe der Niederschlagsmengen mit gleich oder mehr als 5 mm. T_5 gibt die Anzahl der Tage an, an denen Niederschläge von 5 mm oder mehr als 5 mm gefallen sind.

Die Jahres-Σ_0 beträgt für Alland 705,3 mm. Die Gesamtzahl der Niederschlgastage im Jahre beträgt 127,8, hiervon entfallen auf T_5 nur 51,58 Tage.

b) Die laufenden Witterungsverhältnisse.

Für die Charakterisierung der laufenden Witterungsverhältnisse können die Klimadaten der Station Alland und die meteorologischen

Aufzeichnungen der in der Mitte des Befallsgebietes gelegenen Forstverwaltung Klausen-Leopoldsdorf verwendet werden.

Maßgebend für die Entwicklung und für die Sterblichkeit dürfte einerseits die Frühjahrs- und Frühsommerwitterung, andererseits die Wetterlage zur Zeit des Falterfluges, der Embryonalentwicklung und des Vorliegens der Jungräupchen sein. Von Bedeutung für das Schick-

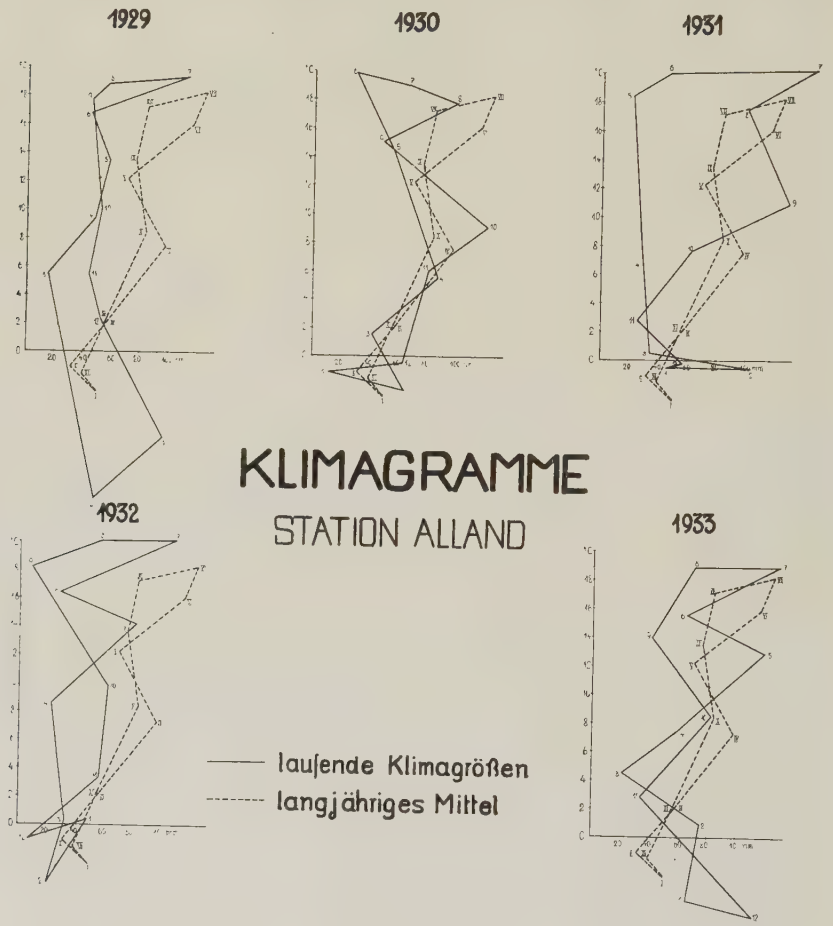


Abb. 1.

sal einer Tannentriebwicklergeneration sind jedenfalls die Witterungsverhältnisse von April bis Juni und besonders auch Juli und August.

Die Klimagramme (Abb. 1) und die Tabellen IV, V, VI, VII, in denen die laufenden Witterungsverhältnisse bezw. die Abweichungen von den entsprechenden langjährigen Mittelwerten für die Station Alland verzeichnet sind, zeigen, daß der Zeitraum von 1927 bis 1933, besonders in den Monaten April bis August durch warmtrockene Perioden ausgezeichnet war.

Der Tabelle IV ist zu entnehmen, daß die Abweichungen der Temperaturmonatsmittel vom langjährigen Mittel fast durchwegs positiv sind und das langjährige Mittel erheblich überschreiten.

Besonders interessant sind die Abweichungen der monatlichen Niederschlagsmengen von den langjährigen Monatsmitteln. In der Tabelle V sind sowohl $\Delta \Sigma_0$: die Abweichungen der monatlichen Gesamtniederschlagsmenge von den langjährigen Mitteln, wie auch die $\Delta \Sigma_5$: Abweichungen der monatlichen Niederschlagsmenge $\geqq 5$ mm von den langjährigen Mitteln für die Monate April bis Juli der Jahre 1927 bis 1933 verzeichnet. Mit Ausnahme des Monats Mai 1928, 1932 und 1933 ergibt sich für die Zeit der Jungraupe, des Raupenstadiums, der Puppe und auch der Flugzeit durchweg ein großes Manko an Niederschlägen gegenüber dem langjährigen Mittel. Es ist sehr interessant, daß $\Delta \Sigma_5$ nahezu mit $\Delta \Sigma_0$ übereinstimmt. Demnach handelt es sich bei dem Minus an Niederschlägen durchwegs oder nahezu durchwegs um Niederschläge $\geqq 5$ mm. Trockene Perioden sind demnach durch besondere Verringerung der Niederschläge $\geqq 5$ mm charakterisiert.

Es sind insbesondere länger andauernde Regen mit größeren Niederschlagsmengen, die während der Entwicklung des Schädlings gradationshemmend wirken. Das Fehlen bezw. die Verringerung dieser Niederschläge während der kritischen Zeiten bedeutet eine wesentliche Herabminderung des Widerstandes der Umwelt und ermöglicht die Bevölkerungszunahme des Schädlings. Diese Tatsache ist für den Ablauf von Gradationen von Bedeutung.

Tabelle IV.

Abweichungen der laufenden Temperaturmonatsmittel vom langjährigen Monatsmittel der Temperatur (Alland).

	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
	Abweichung in ° C							
April	+ 1,3	+ 1,4	+ 1,9	− 1,9	− 0,7	+ 1,1	+ 0,1	—
Mai	+ 1,5	− 1,3	+ 1,3	+ 2,4	+ 6,3	+ 2,1	+ 0,9	—
Juni	+ 2,0	+ 0,3	+ 0,8	+ 3,8	+ 3,9	+ 0,4	− 0,4	—
Juli	+ 2,0	+ 3,4	+ 1,7	+ 0,7	+ 2,1	+ 2,3	+ 0,8	—

Schon 1928 wies ich darauf hin, daß besonders durch Niederschläge $\leqq 5$ mm eine entwicklungshemmende Wirkung auf bestimmte Insekten ausgeübt und eine Steigerung der Sterblichkeit herbeigeführt wird.[1])

Die vorliegenden Untersuchungen haben ergeben, daß neben den außerordentlich warmen kritischen Zeiten das Zustandekommen der Gradation insbesondere auf die Verringerung der Niederschläge $\geqq 5$ mm zurückzuführen ist.

[1]) Vgl. auch Zwölfer.

Tabelle

Abweichungen der laufenden monatlichen Gesamtniederschlagsmengen und langjährigen Monatsmitteln

	1927		1928		1929	
	$\Delta \Sigma_0$	$\Delta \Sigma_5$	$\Delta \Sigma_0$	$\Delta \Sigma_5$	$\Delta \Sigma_0$	$\Delta \Sigma_5$
April	— 6	— 9,3	— 46	— 45,9	— 49,5	— 49,1
Mai	— 14	— 14,5	+ 79	+ 70,5	— 13,6	— 14,1
Juni	— 63	— 63,0	— 38	— 40,1	— 75,6	— 74,5
Juli	— 49	— 50,8	— 103	— 100,0	— 12	— 16,8

Tabelle VI.

Absolutes Maximum der Temperatur (Alland).

	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933
	°C						
April	24,6	23,3	22,0	24,4	18,4	21,8	20,0
Mai	26,0	25,0	25,4	24,8	32,6	28,0	26,0
Juni	35,0	29,1	27,0	33,0	32,0	26,4	25,0
Juli	31,6	34,0	32,1	32,2	35,4	32,8	32,0

Tabelle VII.

Absolutes Minimum der Temperatur (Alland).

	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933
	°C						
April	1,0	0,0	— 4,8	—	—	—	—
Mai	3,0	1,8	6,4	—	—	—	—
Juni	8,6	5,0	8,2	—	—	—	—
Juli	11,6	12,0	11,0	—	—	—	—

Aus den Tabellen VI und VII sind einerseits die hohen absoluten Maxima und verhältnismäßig hohen absoluten Minima der Lufttemperatur ersichtlich.

Die Tabellen VIII und IX geben die laufenden Witterungsverhältnisse für das mitten im Befallsgebiet liegende Klausen-Leopoldsdorf wieder. Aus diesen Tabellen ist die geringe Zahl wirksamer Niederschlagstage (T_5) in den Monaten April bis Juli zu ersehen, z. B. April 1929 = 0! Auffallend sind auch die hohen Monatsmittel der Temperatur.

$\Delta \Sigma_0$ und $\Delta \Sigma_5$ konnten leider nicht ermittelt werden, da die Beobachtungen in Klausen-Leopoldsdorf erst seit dem Jahre 1929 lückenlos laufen.

Der gesamte Witterungscharakter war, wie aus den Aufzeichnungen der Stationen Alland und Klausen-Leopoldsdorf zu entnehmen ist, seit 1929 für den Tannentriebwickler außerordentlich gradationsfördernd.

V.

der monatlichen Niederschlagsmengen ≥ 5 mm von den entsprechenden des Niederschlages (Alland).

1930		1931		1932		1933	
$\Delta \Sigma_0$	$\Delta \Sigma_5$	$\Delta \Sigma_0$	$\Delta \Sigma_5$	$\Delta \Sigma_0$	$\Delta \Sigma_5$	$\Delta \Sigma_0$	$\Delta \Sigma_5$
— 10,3	— 13,2	— 68,4	— 66,3	— 73,8	— 71,3	— 36,9	— 37,6
— 16,2	— 16,6	— 50,6	— 48,0	+ 11,5	+ 8·7	+ 38	+ 42
— 86,8	— 84,7	— 69,3	— 68,7	— 88	— 86	— 56	— 56,2
— 59,0	+ 59,8	+ 21	+ 14,6	— 16	— 20,1	+ 2	— 3·9

Tabelle VIII.

Monatliche Niederschlagsmengen und mittlere Monatstemperaturen von Klausen-Leopoldsdorf.

Monat	1928		1929		1930		1931		1932		1933		1934	
	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C
Jänner .	—	—	9,3	— 6	14,2	— 1	20,8	0	38,0	— 1	25,8	— 5	44,3	— 2
Februar .	—	—	1,62	— 15	56,0	— 5	59,2	— 1	15,6	— 6	65,2	0	69,1	— 1
März . .	—	—	0,05	— 1	38,1	+ 3	35,4	— 2	26,2	— 2	16,3	+ 1	16,7	+ 4
April . .	—	—	16,4	+ 3	81,5	+ 7	28,4	+ 5	31,5	+ 7	59,9	+ 7	10,4	+ 9
Mai . .	241,6	—	92,0	+ 12	90,0	+ 12	18,4	+ 17	101,0	+ 15	144,0	+ 13	70,1	+ 16
Juni . .	86,8	—	116,3	+ 16	35,5	+ 21	50,1	+ 22	36,9	+ 18	80,0	+ 16	135,6	+ 19
Juli . .	51,7	—	127,0	+ 18	65,7	+ 19	124,7	+ 22	132,0	+ 22	151,6	+ 20	58,1	+ 22
August .	102,7	—	148,4	+ 17	122 8	+ 16	116,2	+ 18	55,1	+ 20	74,7	+ 19	—	—
September	113,5	—	55,0	+ 13	65,5	+ 13	160,1	+ 9	8,8	+ 17	37,9	+ 11	—	—
Oktober .	29,2	—	28,9	+ 8	142,3	+ 7	74,3	+ 5	65,2	+ 8	83,8	+ 7	—	—
November	34,5	—	39,9	+ 5	103,7	+ 4	26,1	+ 3	83,8	+ 3	52,5	+ 2	—	—
Dezember	14,1	—	53.2	+ 2	61,6	0	59,0	— 2	3,5	0	97,8	— 6	—	—
	—	—	688,1	+ 6	876,9	+7,8	772,7	+ 8	597.6	+8,4	890,3	+ 7	—	—

3. Der zeitliche Ablauf der Gradation.

Schon Wachtl hat darauf hingewiesen, daß die Dauer einer Massenvermehrung des Tannentriebwicklers mit 6—12 Jahren festgesetzt werden muß.

Wachtls Versuche, Zusammenhänge zwischen dem Verlauf der Gradation und klimatischen Kurven zu finden, waren ergebnislos. Dies ist darauf zurückzuführen, daß dieser Autor auf Daten von meteorologischen Stationen angewiesen war, die meist außerhalb der Befallsgebiete lagen.

Aus dem im vorhergehenden Abschnitte dargestellten Witterungsverlauf geht hervor, daß die kritischen Zeiträume der Periode 1927 bis 1934 warm-trocken waren.

Tabelle IX.

Gesamtniederschlagstage: T_0; Anzahl der Niederschlagstage mit ≥ 5 mm: T_5; Gesamtsumme der Niederschläge: Σ_0; und Niederschlagsmenge ≥ 5 mm: Σ_5; für die Monate März bis August. Klausen-Leopoldsdorf.

	T_0						T_5					
	III	IV	V	VI	VII	VIII	III	IV	V	VI	VII	VIII
1928	—	—	18	17	8	14	—	—	14	7	3	9
1929	3	10	10	11	11	9	0	0	7	9	7	7
1930	9	12	16	5	11	13	2	6	6	4	6	7
1931	9	8	6	9	9	22	2	1	1	3	4	7
1932	9	12	14	10	15	7	1	1	4	1	8	5
1933	7	12	19	16	17	10	1	5	6	5	7	4
1934	7	5	12	13	8	—	2	1	4	6	3	—

	Σ_0						Σ_5					
	III	IV	V	VI	VII	VIII	III	IV	V	VI	VII	VIII
1928	—	—	241,6	86,8	51,7	102,7	—	—	228,5	68,6	46,5	90,3
1929	0,1	16,4	92,0	116,3	127,0	148,4	0	0	87,1	107,5	120,0	143,9
1930	38,1	81,5	90,0	35,5	65,7	122,8	26,4	75,1	77,8	33,0	61,3	106,4
1931	35,4	28,4	18,4	50,1	124,7	116,2	22,5	5,7	9,0	29,3	121,7	93,5
1932	26,2	31,5	101,0	36,9	132,0	55,1	17,9	13,6	81,6	17,6	118,2	52,9
1933	16,3	59,9	144,0	80,8	151,6	74,7	12,1	47,5	124,5	64,6	132,4	58,6
1934	16,7	10,4	70,1	135,6	58,1	—	12,3	7,7	51,3	130,0	50,5	—

Als auslösendes Jahr, erstes Vorbereitungsjahr ist das Jahr 1927 zu betrachten. Die Witterungsverhältnisse des Mai 1928 dürften zum Teil etwas retardierend gewirkt haben, dagegen waren im gleichen Jahre die Witterungsverhältnisse zur Flugzeit außerordentlich günstig.

Im Jahre 1929 wurde das erste Auftreten des Tannentriebwicklers in den Abteilungen 12 und 13 (Klausen-Leopoldsdorf) beobachtet.

Für die Gradation im Gesamtgebiete wären die Jahre 1927 bis 1929 als Vorbereitungsjahre zu betrachten.

Der Zeitraum 1930—1932 entspricht dem Prodromalstadium, in dem die Bevölkerungsdichte des Tannentriebwicklers in den drei Bezirken wesentlich zugenommen hat.[1]) Während dieser Jahre lagen durchweg günstige Witterungsverhältnisse vor. 1933 und 1934 stellen das Eruptionsstadium dar. Auch die Jahre 1933 und insbesondere 1934 waren durch warm-trockene April—Juli-Witterung ausgezeichnet. Das Jahr 1934 stellt den Höhepunkt der Kalamität in dem Beobachtungsgebiet dar. Die Gradationskurve ist in der Abb. 2 dargestellt. Der plötzliche Abfall der Kurve, also die

[1]) Auf Grund der Maitriebanalysen wurde festgestellt, daß merklicher bezw. stärkerer Fraß seit 3—4 Jahren (nur in den Abteilungen 12 und 13 von Klausen-Leopoldsdorf seit 4—5 Jahren) vor sich gegangen war.

plötzliche Krisis war auf ganz besondere Verhältnisse zurückzuführen, die noch erörtert werden. Unter anderer Juni—Juli-Witterung, als sie im Jahre 1934 vorlag, wäre wahrscheinlich noch ein Eruptionsjahr und erst hierauf mutmaßlich das Abklingen der Kalamität zu erwarten gewesen. [1])

Eine Zusammenstellung der aus den Bezirken Klausen-Leopoldsdorf, Alland und Lammerau bekannten Tannentriebwicklergradationen

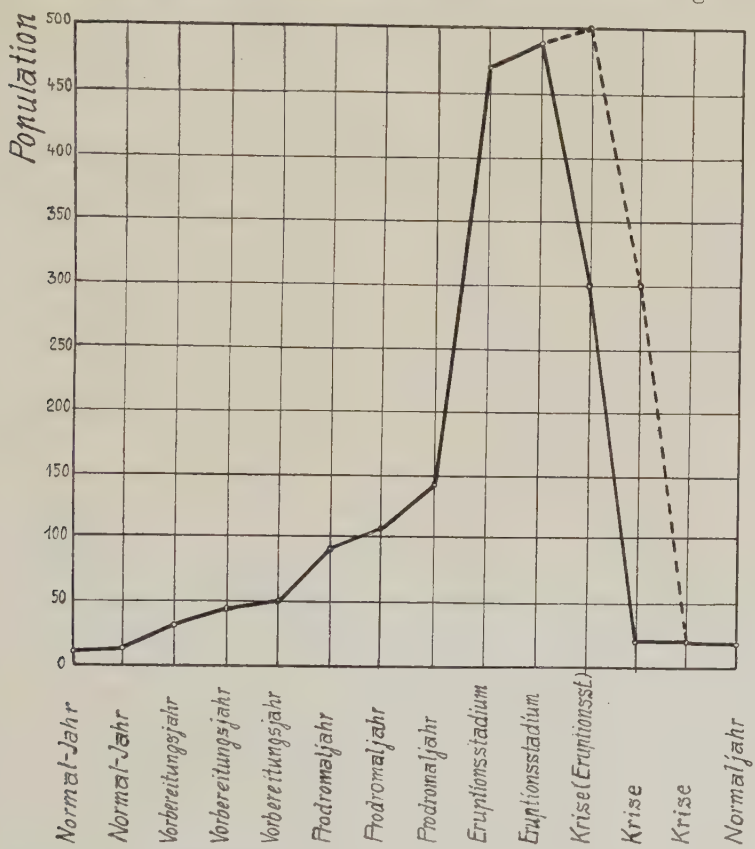


Abb. 2. Gradationskurve des Tannentriebwicklers *Cacoecia murinana* Hb.

und deren Gegenüberstellung mit den Sonnenfleckenperioden findet sich in Abb. 3. Für die kurvenmäßige Darstellung der Sonnenfleckenperioden wurden die Züricher Sonnenfleckenrelativzahlen verwendet.

Bekanntlich ist das Maximum der Sonnenfleckenperioden gekennzeichnet durch verstärkte Abgabe von Sonnenenergie beim Anwachsen der Sonnenflecken. Die Wärmestrahlung der Flecken ist nach Pringsheim verhältnismäßig viel größer als ihre Lichtintensität.

[1]) Im Jahre 1935 war nur noch in einzelnen Abteilungen des Gebietes ein schwaches Auftreten des Tannentriebwicklers festzustellen.

Auf die bestehenden Zusammenhänge zwischen den Bevölkerungsschwankungen von Wirbeltieren und Insekten mit den Sonnenfleckenperioden haben Friederichs und Eidmann hingewiesen. Die Maxima der Bevölkerungsdichten zeigen mit wenigen Abweichungen eine weitgehende Übereinstimmung mit den Maxima der Sonnenfleckenhäufigkeit.

Clayton hat nachgewiesen, daß tatsächliche Strahlungsveränderungen der Sonne vorliegen. Die Veränderungen der kurzen und langen Perioden der Sonnenstrahlung stehen in Beziehungen zu sichtbaren Veränderungen in Zahl und Flächeninhalt der Sonnenflecken, Fackeln und Flokkuli.

Der Hauptgrund für den allgemeinen atmosphärischen Kreislauf liegt in dem Temperaturunterschied zwischen Äquator und Pol. Dieser Kreislauf und alle ihn begleitenden Naturerscheinungen ändern sich entsprechend den Veränderungen in der Menge der Sonnenstrahlung, die von der Erde aufgefangen wird.

Clayton ist schließlich auch der Ansicht, daß der Wetterwechsel den Veränderungen der Sonnenstrahlung besser folge als den Sonnenfleckenzahlen, und daß die Sonnenstrahlung variabler sei und eine verwickeltere Periodizität hat als die Sonnenflecken. Es würde dies so manche Abweichungen einzelner Gradationsmaxima von den Sonnenfleckenperioden erklären.

Auf Grund der Analyse der 11jährigen Periode 1917—1928 für Sonnenflecken und Sonnenstrahlung weist Clayton nach, daß im allgemeinen die Schwingungen der Sonnenfleckenzahlen und der Intensität der Sonnenstrahlung dieselbe Phase haben, d. h., wenn die eine zunimmt, nimmt auch die andere zu. Verschieden sind die Amplituden der Veränderungen. Biologisch ist jedenfalls die Strahlungszunahme von großer Wichtigkeit.

Von Bedeutung für die Periodizität von Schädlingskalamitäten und deren Intensität ist auch die Tatsache, daß Wetterzyklen sich sowohl in der Amplitude als auch in der Phase verändern.

Alle periodischen Veränderungen der Atmosphäre sind stärker, wenn die Solartätigkeit zunimmt. Nach Clayton erklärt sich dies durch die Tatsache, daß zunehmender Temperatur- und Druckkontrast in der Atmosphäre durch zunehmende Solartätigkeit entsteht, und damit, daß die Amplitude der Solarzyklen bei verstärkter Solartätigkeit zunimmt.

Die Maxima der Tannentriebwicklergradationen fallen in die Jahre 1876/77 (größte Tannentriebwicklerkalamität in Niederösterreich), 1889, 1911 und 1934.

Die entsprechenden Maxima der Sonnenfleckenperioden fallen in die Jahre 1870 (größtes Maxima des verflossenen Jahrhunderts), 1883, 1893, 1905 (1907), 1917, 1928.

Schon auf den ersten Blick ist ein gewisser Zusammenhang zwischen Sonnenfleckenperioden und dem periodischen Auftreten der *C. murinana*-

Gradationen zu erkennen. In unserem Fall liegen die Maxima der Gradation gegenüber den Maxima der Sonnenflecken verschoben, und zwar beträgt diese Verschiebung in der Regel sechs, mitunter auch fünf Jahre.

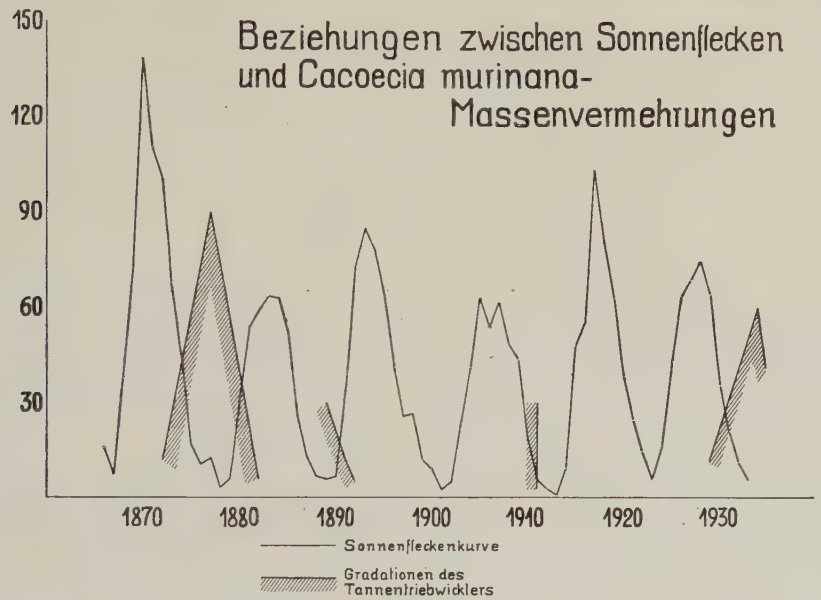


Abb. 3.

Diese Verschiebung kann für einen Schädling, wie *Cacoecia murinana*, bei dem Vorbereitungszeitraum und Prodomalzeitraum mehrere Jahre umfassen, leicht und stichhaltig erklärt werden. Der auslösende, zur Übervermehrung anstoßgebende Faktor ist, wie schon erwähnt, warme und trockene Witterung während der kritischen Zeitspannen.

Es ist Tatsache, daß die Sonnenfleckenmaxima mit Temperaturmaxima Hand in Hand gehen, die bei gleichzeitigen geringen Niederschlägen während der kritischen Zeit die Vorbedingungen zur Bevölkerungszunahme schaffen. Da Vorbereitungszeitraum und auch Prodomalstadium beim Tannentriebwickler mehrere Jahre umfassen können, tritt das Eruptionsstadium erst einige Jahre nach dem betreffenden Sonnenfleckenmaximum in Erscheinung. In örtlich besonders begünstigten Lagen, also an Örtlichkeiten geringen Widerstandes der Umwelt, wird dies früher, in ungünstigeren Lagen später der Fall sein.

Im allgemeinen kann festgestellt werden, daß der Beginn der Bevölkerungszunahme von *Cacoecia murinana* mit den Sonnenfleckenmaxima zusammenfällt, das Maximum der Gradation deckt sich mit dem Minimum der Sonnenflecken oder liegt nahe dem Minimum.

Diese Gesetzmäßigkeit trifft für die Tannentriebwicklerkalamitäten, deren Maxima in den Jahren 1876/77, 1889, 1911, 1933/34 liegen, zu.

Ein Umstand verdient noch erwähnt zu werden. Es ist auffallend, daß im Jahre 1927 und 1928 die Monate April bis September besonders hohe Sonnenfleckenintensitätszahlen aufweisen (Tab. X).

Tabelle X.

Züricher Sonnenfleckenrelativzahlen.

Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Mittel
1926 . . .	71,8	70,0	62,5	64,3	73,5	52,3	61,6	61,6	60,8	71,5	60,5	79,4	63,9
1927 . . .	81,6	93,0	69,6	**93,5**	**79,1**	**59,1**	**54,9**	**53,8**	**68,4**	63,1	67,2	45,2	69,0
1928 . . .	83,5	73,5	85,4	**80,6**	**76,9**	**91,4**	**98,0**	**83,6**	**89,7**	61,4	50,3	59,0	77,8
1929 . . .	68,9	64,1	50,2	52,8	58,2	71,9	70,2	65,8	34,4	54,0	81,1	108,0	65,0
1930 . . .	65,3	49,2	35,0	38,2	36,8	28,8	21,9	24,9	32,1	34,4	35,6	25,8	35,7
1931 . . .	14,6	43,1	30,0	31,2	24,6	15,3	17,4	13,0	19,0	10,0	18,7	17,8	21,2
1932 . . .	12,1	10,6	11,2	11,2	17,9	22,2	9,6	6,8	4,0	8,9	8,2	11,0	11,1
1933 . . .	11,3	20,4	10,0	2,9	3,7	5,0	2,8	0,2	5,1	3,4	0,7	0,3	5,5

Da die Lufttemperaturen nicht allein als wirksame biologische Wärme zu betrachten sind, sondern besonders der Strahlungsbilanz größte Bedeutung zukommt, ist die Einwirkung der Sonnenfleckenperioden auf das biologische Geschehen entschieden sehr wahrscheinlich. Die Abgabe von Sonnenenergie schwankt um 5 %. Diese Schwankungen dürften entschieden von Bedeutung für die Wechselwarmen und zum Teil auch für die Warmblütler sein.

Der Zusammenbruch der Übervermehrung. (Krise.)

In den meisten Fällen kann, wie aus der Arbeit Wachtls und aus den Aufzeichnungen in den Gedenkbüchern der Forstverwaltungen zu entnehmen ist, mit einem langsamen Abklingen der Kalamität gerechnet werden. So dauerte der Zusammenbruch der 1877er Kalamität von 1878—1882, das Abklingen der 1889er Kalamität von 1890—1892, also 3—4 Jahre.

Abweichend hiervon gestalteten sich die Verhältnisse in Klausen-Leopoldsdorf und Lammerau im Jahre 1934. Das Jahr 1934 stellte den Höhepunkt der Massenvermehrung dar. Ein Massenauftreten von Parasiten, das ein baldiges Ende der Kalamität hätte wahrscheinlich machen können, lag in dem hiezu nötigen Ausmaße nicht vor, und doch kam es nach dem Juli 1934 zu einem überraschend plötzlichen Abklingen der Gradation in dem Beobachtungsgebiet.

Am 24. Juni 1934 wurden die ersten Eiablagen im Freien festgestellt (Abtg. 85b Lammerau). Die Eiablage erstreckte sich vom zweiten Drittel Juni bis Anfang Juli.

Am 6. Juli wurden in der Abtg. 22b (Klausen-Leopoldsdorf) frisch geschlüpfte und eben schlüpfende Larven von *C. murinana* beobachtet. Das Schlüpfen der Larven wurde allgemein, und bis zum 16. Juli waren in dem Beobachtungsgebiet aus allen Eiablagen die Junglarven geschlüpft.

Schon bei Ratzeburg (cit. nach Escherich) findet sich die Angabe, daß Buk einmal eine einzige Eiablage von *Cacoecia murinana* fand, deren Räupchen im Juli schlüpften. Diese Angabe wurde bisher bezweifelt.

Im gesamten Beobachtungsgebiet wurde festgestellt, daß von Ende Juni bis Mitte Juli 1934 die Embryonalentwicklung innerhalb 14 Tagen geschlossen war; im Juli erfolgte allgemein das Schlüpfen der Jungräupchen des Tannentriebwicklers.

Zu dieser Zeit herrschte außerordentlich trockene und heiße Witterung, die den geschlüpften Jungräupchen jedenfalls zum Verhängnis wurde.

Die Monate Juni und Juli 1934 waren auffallend warm und trocken. Um ein Bild über die Temperaturverhältnisse im geschlossenen Bestand zu erhalten, wurde in den Abtg. 22b (Klausen-Leopoldsdorf) und 78e Luft-Extremthermometer (Six-Toluol) 1 m über dem Boden eingebaut. Die erhaltenen Maxima und Minima der Lufttemperatur für den Zeitraum vom 7.—25. Juli 1934 sind in Abb. 4 wiedergegeben. Die Temperaturminima zwischen 13 und 16 ° C (Tab. XI). Die Lufttemperaturmaxima lagen durchweg über 20 ° C und überschritten den Wert von 30 ° C; die meisten Werte der Lufttemperaturmaxima lagen über 25 ° C (Tab. XIII). Diese Werte geben die kleinklimatischen Verhältnisse hinsichtlich der Lufttemperatur in 1 m Höhe über dem Boden im geschlossenen Bestand wieder. Im Kronenraum, in dem die Eiablage und die Jungräupchen vorlagen, und der meteorologisch als tätige Oberfläche anzusprechen ist, müssen noch viel höhere Maximalwerte der Temperatur erreicht worden sein.

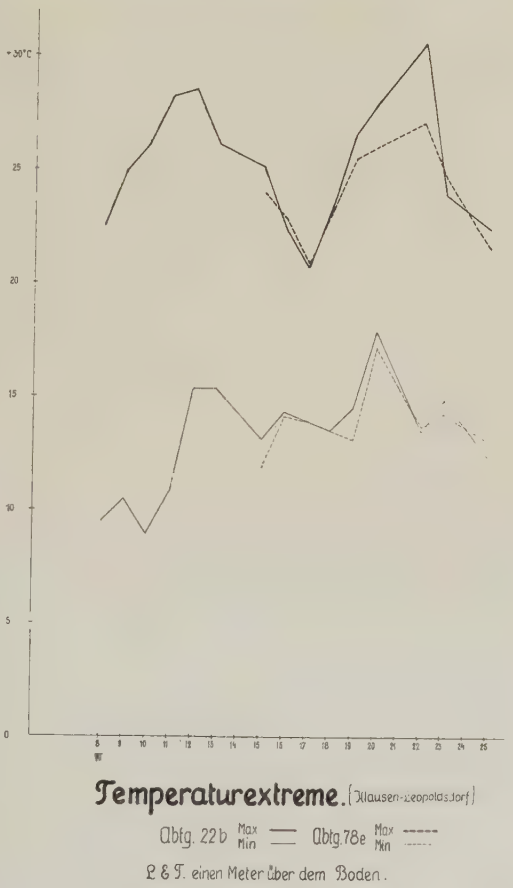


Abb. 4. Extreme der Lufttemperatur in geschlossenen Beständen in der Zeit vom 7. bis 25. Juli 1934.

Tabelle XI.

Häufigkeitsverteilung der Lufttemperaturminima in der Zeit vom 7. bis 25. Juli 1934 in Celsiusgraden, im geschlossenen Bestand, 1 m über dem Boden.

	9—9,9	10—10,9	11—11,9	12—12,9	13—13,9	14—14,9	15—15,9	16—16,9	17—17,9	18—18,9
Abtlg. 22b	2	2	—	1	3	3	3	—	—	1
„ 78e[1])	—	—	1	—	4	3	—	—	1	—

Tabelle XII.

Häufigkeitsverteilung der Lufttemperaturmaxima in der Zeit vom 7. bis 25. Juli 1934 in Celsiusgraden, im geschlossenen Bestand, 1 m über dem Boden.

	20—20,9	21—21,9	22—22,9	23—23,9	24—24,9	25—25,9	26—26,9	27—27,9	28—28,9	30—30,9
Abtlg. 22b	1	—	3	1	1	2	3	—	3	1
„ 78e[1])	—	2	1	1	2	1	1	1		

Von besonderer Bedeutung ist auch die Zustrahlung, die im Kronenraum sehr hoch ist. Der Strahlungswärme, die ja die Temperatur des Mediums maßgebend beeinflußt, kommt als biologischer Wärme besondere Bedeutung zu.

Die Zeit vom 27. Juni bis 15. Juli 1934 war praktisch regenfrei.

Diese außerordentlichen Witterungsverhältnisse bedingten ein Massensterben der im Juli geschlüpften Jungräupchen des Tannentriebwicklers.

Genaue Untersuchungen wurden in der Abteilung 22b durchgeführt; es wurden Stämme gefällt und die Zahl der Eiablagen je Krone, sowie der Entwicklungszustand der Eier und der Junglarven, festgestellt.

Am 14. Juli waren von 254 an einer Baumkrone vorgefundenen Eiablagen bereits aus 188 Eiablagen die Eiräupchen geschlüpft. Am 16. Juli wurden an der gleichen Baumkrone nur mehr 3 von den Räupchen noch nicht verlassene Eiablagen vorgefunden.

Das Schlüpfen begann Anfang Juli und erstreckte sich bis nach Mitte Juli, also auf einen Zeitraum von rund 14 Tagen; der Hauptsache nach erfolgte es zwischen dem 10. und 16. Juli.

Im Freien waren die Räupchen buchstäblich verschwunden und nur einzelne aufzufinden. Maitriebe standen den Räupchen nur vereinzelt

[1]) In der Abtlg. 78e erstreckten sich die Messungen nur auf den Zeitraum vom 14.—25. Juli 1934.

zur Verfügung, da sie durch die Elterngeneration völlig kahl gefressen waren.

Zwei Umstände sind für das Massensterben verantwortlich zu machen sein. Erstens die außerordentlich hohen Temperaturen in den Baumkronen, die zum Absterben der Eiräupchen führten, zweitens die starken Regengüsse am 16. und 17. Juli.

Mit frisch geschlüpften Eiräupchen wurden einige Zwingerversuche durchgeführt. Leider konnten die Räupchen zur Nahrungsaufnahme nicht gebracht werden. Es wurden weder die Nadeln heuriger Triebe noch alte Nadeln angenommen. Die Eiräupchen machen gleich von ihrem Spinnvermögen Gebrauch. Am Anfang waren sie sehr beweglich. Bald jedoch spannen sie sich, wohl unter dem Zwange der hohen Temperaturen, ein und vertrockneten nach einigen Tagen in diesem Zustande. Das gleiche dürfte auch im Freilande erfolgt sein. Die Eiräupchen begannen sich abzuspinnen; dabei wurden sie vom geringsten Luftzug fortgeweht. Genaue Suche nach den winzigen Räupchen in den Kronen und am Stamm der Altbestände, dem Unterwuchs, den Jugenden und am Boden blieben ergebnislos.

Die abnormalen Witterungsverhältnisse hatten demnach das Massensterben der im Juli geschlüpften Eiräupchen herbeigeführt und so die Kalamität im Beobachtungsgebiet zum Abklingen gebracht. Im Jahre 1935 machte sich nur in einzelnen Örtlichkeiten schwacher Fraß durch die überlebenden Raupen bemerkbar.

Es handelt sich hier nicht um einen vereinzelt dastehenden Fall. Bei der Übervermehrung des Weidenspinners, *Stilpnotia salicis*, in der Umgebung von Wien wurde der Zusammenbruch der Kalamität durch ähnliche Umstände herbeigeführt. Die im Juli geschlüpften Jungräupchen starben zum Teil durch außerordentlich hohe Sommertemperaturen ab, außerdem aber stießen sie ins Leere, denn die Weiden und Pappeln waren durch die Elterngeneration völlig entlaubt, so daß die Räupchen nicht genügend Nahrung zur Entwicklung vorfanden und nach kurzer Zeit, in diesem Falle größtenteils auch aus reinem Nahrungsmangel, eingingen und zu Tausenden verhungert an den Ästen und Stämmen vorgefunden wurden (Schimitschek).

4. Der Lebensverein des Tannentriebwicklers.

Parasiten und Räuber.

Über die Parasiten des Tannentriebwicklers finden sich im älteren Schrifttum nur sehr spärliche Angaben.

Ratzeburg (1863) berichtet, daß er *Pimpla scanica* Grav., also unsere *Pimpla maculator* F., aus *Cacoecia murinana („Tortrix histrionana")* erhielt.

In der Wachtlschen Arbeit findet sich der Hinweis, daß dieser Autor eine Anzahl von Schlupfwespen und Tachinen aus *Cacoecia murinana* zog; leider wurde diese Parasitenliste nie veröffentlicht.

In den Wachtlschen Sammlungen konnte ich keine *Cacoecia murinana*-Parasiten finden. In seinem Parasiten-Zettelkatalog finden sich lediglich folgende Angaben über aus Raupen und Puppen des Tannentriebwicklers gezogene Parasiten: *Prosopaca (Prosopodes, Degeria* Mg.) *fugax* Rond. (12/6—6/6 1877), ex

Raupen, Austr. infer. Helenenthal. *Nemorilla maculosa* Meig., 1/7 1878, Austr. infer. Helenenthal. *Myexorista grisella* (Rdi.), B. B. (20/6 1880, Baden, Helenenthal, Austr. infer.). *Dexodes* 1.

Nemorilla maculosa Meig. wird auch als *C. murinana*-Parasit von Baer angeführt.

Kolubajiv hat jüngst aus Puppen von *Cacoecia murinana*, die aus Südmähren stammten, folgende Parasiten gezogen:

Herpestomina: *Herpestomonus brunneicornis* Grav.

Phaeogemina: *Phaeogenes scutellaris* Wesm. (zweiter Hauptparasit), *Pimpla examinator* F., *Pimpla maculator* F. (Hauptparasit), *Pimpla pictipes* Grav., *Pimpla quadridentata* Thoms., *Pimpla rufata* Gmel., *Phytodictus segmentator* Grav., *Angitia chrysosticta* Gmel., *Anilastus coxalis* Brischke, *Holocremnus sordidellus* Holmgr., *Cremastus ornatus* Szepl., *Plectiscus subcurvatus* Först.

Braconidae: *Habrobracon brevicornis* Wesm., *Apanteles* sp.?, *Meteorus* sp.?

Chalcididae: *Chrysocharis* sp.?, *Elachertus* sp.?, *Necremnus leucarthros* Thoms.

Bei dem Auftreten des Tannentriebwicklers in Klausen-Leopoldsdorf, Alland und Lammerau erhielt ich aus den Puppen folgende Parasiten:

a) Ichneumonidae.

1. **Ichneumon varipes** Grav.

Dieser Schlupfwespe kommt als Parasit des Tannentriebwicklers große Bedeutung zu, sie war der zweithäufigste Parasit im Beobachtungsgebiet.

I. varipes ist Raupenparasit, der in die Puppe des Wirtes übergeht und sich in dieser verpuppt. Die fertige Schlupfwespe verläßt die Puppe in der Gegend der Kopfunterseite.

Zwei Drittel der Tiere schlüpften im Juli, ein Drittel bereits im Juni.

Ratzeburg erhielt diese Schlupfwespe aus einer Puppe von *Cacoecia piceana* L.

2. **Microcryptus murinanae** Fahringer.

Beschreibung dieser Art von Dir. Professor Dr. Fahringer:

„Kopf quer, hinter den Augen verschmälert. Scheitel sehr fein und dicht punktiert, Hinterhaupt in der Mitte leicht eingebuchtet und gerandet. Schläfen in der Mitte breit, oben schmal, die breiteste Stelle fast von Augenbreite; Wangen sehr kurz, fast von ein Sechstel Augenlänge, etwas dichter und feiner punktiert als die Schläfen mit Andeutung einer glatten Rinne. Gesicht und Clipeus mäßig dicht punktiert, letzterer gut abgesetzt. Mandibeln zweizähnig, der zweite Zahn sehr kurz. Fühler kürzer als der Körper 24gliederig, die Glieder gegen das Ende zu leicht verdickt, das Endglied klein und kurz. Schaft eiförmig, kurz, etwas länger als in der Mitte breit. Die basalen Geiselglieder (Anellus ausgenommen) etwas länger als breit, hinter dem weißen Ring quadratisch, dann breiter als lang (Endglieder). Thorax mäßig konvex, der Mittellappen nicht vorstehend. Notauli nur vorne angedeutet, punktiert runzelig. Der Thorax selbst überall ziemlich dicht punktiert, wenig glänzend. Praescutellargrube groß, quer innen glatt, an den Seiten scharf gerandet. Schildchen nur vorne gerandet, zerstreut punktiert, glänzend, schwach gewölbt. Pleuren dichter punktiert, unterhalb der Hinterflügelwurzel mit kleiner glatter Nahtstelle, Sternauli fehlen. Postscutellum quer, mit einigen Punkten, vorne beiderseits mit je einem tiefen Grübchen. Axillarteile des Metanotums an den Rändern crenuliert. Flügel vom Typus eines

Microcryptus. Areola 5seitig, oben mäßig verengt, sitzend, geschlossen. Radialzelle kurz, erreicht bei weitem nicht die Flügelspitze. Zweiter rücklaufender Nerv mündet in die Mitte des unteren Randes der Areola. Discocubitalzelle ohne Ramellus. Nervulus interstitial. N. parallelus unter der Mitte inseriert (an der zweiten Cu-analader). Unterer Außenwinkel an der Discoidalzelle stumpf. Im Hinterflügel nervellus unter der Mitte eingelenkt. Obere Schulterzelle doppelt so lang wie die untere. Beine lang und kräftig. Alle Schenkel verdickt. Sporne der Vorderschienen von $^2/_3$, die der übrigen Beine von $^1/_3$ Metatarsuslänge, Vorderschienen an der Basis tief ausgeschnitten. Hüften groß, blasig, aufgetrieben, die hintersten gestreckt mit je einem kräftigen Zahn an der Unterseite gegen das Ende zu. Mediansegment vollkommen gefeldert, die Area superomedia fast runzelig. Spirakeln klein und rund. Hinterleib lanzettlich oval, so lang wie Kopf+Thorax, gestielt. Petiolus kurz und ziemlich breit, allmählich in den Postpetiolus übergehend. Das ganze erste Segment $1^1/_2$mal so lang wie hinten breit, fast glatt, nur mit Spuren von einigen Runzeln und Punkten. Spirakeln nahe der Mitte voneinander weiter entfernt als vom Hinterrande. Zweites Tergit fast so lang wie breit, vorne verengt, ziemlich dicht punktiert. Drittes und folgende Tergite sehr fein punktiert, eine Punktierung, die gegen das Hinterleibsende immer zarter wird und schließlich ganz erlischt. Bohrer kurz, wenig vorstehend, Länge 7—8 mm. Schwarz; Hinterleib vom 2. Tergit an hell kastanienbraun, gegen Ende um eine Nuance zu heller werdend. Bohrerklappen schwarz. Fühlerschaft, Anellus, Geiselglieder 2—5 braunschwarz mit rötlichen Spitzen; neuntes bis elftes Glied weiß, die übrigen Glieder schwärzlichbraun. Gesicht beiderseits am inneren Rande der Augen mit je einer ovalen weißen Makel, Clipeus rostgelb. Mandibel (Spitzen ausgenommen) und Palpen ockergelb. Tegulae, kleine Fleckchen vor diesen, Makel am Schildchen weißlich. Beine rot. Hinterhüften bis über die Basishälften schwarz. Trochanteren an der Basis eine Spur angeräuchert. Spitzen der Hinterschenkel, Hinterschienen und Hintertarsen schwärzlich angeräuchert. Klauenglieder dunkel. Flügel hyalin. Stigma und Nerven braun, letztere an der Wurzel ausgeblaßt (Längsnerven).

♂ ähnlich dem ♀, schlanker. Erstes Tergit zweimal so lang wie hinten breit. Hinterleib länger als Kopf und Thorax. Clipeus und Scutellum schwarz." (Abb. 5.)

Diese neue Art erhielt ich vereinzelt aus Puppen von *Cacoecia murinana*. Die Tiere schlüpften im Juni.

Abb. 5. *Microcryptus murinanae* Fahringer.

3. **Hemiteles sordipes** Grav.

Auch diese Schlupfwespe trat nur selten auf; sie schlüpfte im Juli aus den Puppen des Tannentriebwicklers. Wirte bisher unbekannt.

4. **Pimpla examinator** F.

Dieser sehr polyphage Parasit stand im Untersuchungsgebiet hinsichtlich seiner Häufigkeit als *C. murinana*-Parasit an dritter Stelle.

P. examinator ist Raupenparasit. Etwa die Hälfte der Schlupfwespenlarven verläßt, vollwüchsig geworden, die Raupe und verpuppt sich in einem weißen, mehr oder weniger durchsichtigen Gespinst zwischen den Nadeln oder an den Trieben. Der Rest der Larven geht

in die Wirtspuppe über und verpuppt sich in dieser. Die Puppe wird durch ein Schlupfloch am Vorderende verlassen.

Zwei Drittel der Schlupfwespen erschienen im Juli, ein Drittel im Juni.

An Wirten sind bisher bekannt:

Lepidoptera:

Hyponomeuta evonymella L., *Hyponomeuta malinella* Z., *Hyponomeuta cognatella* Hb., *Hyponomeuta padella* L., *Ornix torquilella* Zell., *Lithocolletis stettinensis* Nicelli, *Coleophora laricella* Hbn., *Carcina quercana* Fbr., *Trochilium scoliaeformae* Borkh., *Evetria buoliana* Schiff., *Semasia diniana* Gn., *Cacoecia piceana* L., *Tortrix viridana* L., *Metriostola vacciniella* Z., *Dioryctria splendidella* H. S., *Pachythelia unicolor* Hufn., *Psyche viciella* var. *stettinensis* E. Hering, *Sterrhopteryx hirsutella* Hb., *Fumea casta* Pall., *Anthrocera trifolii* Esp., *Oeonistis quadra* L., *Phragmatobia fuliginosa* L., *Euproctis chrysorrhoea* L., *Arctia cervini* Fallou, *Abraxas grossulariata* L., *Ennomos quercinaria* Hufn., *Agrotis plecta* L., *Cucullia argentia* Hufn., *Cucullia artemisiae* Hufn., *Cymatophora ocularis* L., *Lymantria monacha* L., *Molacosoma neustria* L., *Lasiocampa trifolii* Schiff., *Thaumetopoea processionea* L., *Cerura vinula* L.

Coleoptera:

Anthonomus pomorum L.

5. **Pimpla rufata** Gm.

Pimpla rufata Gm. forma typica und var. waren recht häufig als Parasiten des Tannentriebwicklers vertreten. Diese Schlupfwespe ist Raupenparasit, geht in die Puppe des Wirtes über, in der sie sich verpuppt. 70 % der Tiere schlüpften im Juli, 30 % im Juni.

Bisher wurde *Pimpla rufata* gezogen aus: *Coleophora vacciniella* H. S., *Tortrix viridana*, *Psyche viciella* Schiff., *Spilosoma* sp., *Abraxas grossularita* L., *Drepana falcataria* L., *Lymantria monacha* L., *Malacosoma neustria* L. und *Vanessa urticae* L. (Ratzeburg, Escherich III).

6. **Pimpla maculator** F.

Bei dem untersuchten Massenauftreten von *C. murinana* war *P. maculator* der häufigste und wichtigste Raupenparasit. Diese Schlupfwespe geht in die Wirtspuppe über, in der sie sich verpuppt; teilweise erfolgt die Verpuppung auch in einem weißen, durchsichtigen Kokon außerhalb des Wirtes.

Der größte Teil schlüpfte im Juni, nur ganz vereinzelt erfolgte das Schlüpfen auch noch im Juli.

Pimpla maculator wurde schon von Ratzeburg aus *Cacoecia murinana*-Puppen gezogen.

Auch bei den Kolubajiv schen Zuchten trat *Pimpla maculator* F. als Hauptparasit auf. Demnach dürfte dieser Schlupfwespe, die in zwei Gebieten als wichtigster Parasit auftrat, die größte Bedeutung unter den Parasiten des Tannentriebwicklers zukommen.

Gasow (cit. nach Escherich) erhielt aus seinen Westfäler *Tortrix viridana*-Zuchten überwiegend *Pimpla maculator* F., daneben auch *Pimpla rufata*.

Pimpla maculator wurde bisher aus folgenden Wirten erhalten:

Nepticula nitidella Hein., *Incurvaria intermediella* Hein., *Hyponomeuta padella* L., *Argyresthia nitidella* Fbr., *Gracilaria stigmatella* Fbr., *Lithocolletis cavella* Zell., *Anybiae pilobiella* Römer, *Evetria resinella* L., *Argyroploce pruniana* Hb., *Laspeyresia leplastriana* Curt, *Cacoecia piceana* L., *Pandemis ribeana* Hbn., *Tortrix viridana* L., *Metriostola vacciniella* Z., *Eurymene dolabraria* L., *Earias chlorana* L., *Agrotis brunnea* Schiff., *Malacosoma neustria* L., *Cosmotriche potatoria* L., *Conopteryx rhamni* L.

7. **Pimpla Mussi** Hartig.

Diese Schlupfwespe trat häufig als Raupenparasit des Tannentriebwicklers auf. Zum Teil ist die Larve von *P. Mussi* vollwüchsig, bevor die Wirtslarve zur Verpuppung geschritten ist. In diesem Falle erfolgt die Verpuppung der Schlupfwespe in einem durchsichtigen, feinen Kokon zwischen den Nadeln, neben den Resten der Wirtsraupe (Abb. 6).

Abb. 6. *Pimpla mussi* Hartig. Heller, durchsichtiger Kokon, in dem die Verpuppung erfolgt.

Häufig geht aber die Parasitenlarve in die Wirtspuppe über, um sich erst in dieser zu verpuppen.

Ratzeburg (1844) zog *P. Mussi* aus *Dendrolismus pini*. *P. Mussi* trat als Raupenparasit auf und verließ die Raupe vor der Verpuppung. Daher ist die Larve auch ausgebildet, noch ehe die Raupe sich verpuppen kann. Sie spinnt sich zwar noch ihren Kokon, stirbt dann aber, und man findet neben ihr die 4—8 schmutzigweißen, eiförmig länglichen Ichneumonentönnchen innerhalb ihres Kokons.

Wie alle Parasiten des Tannentriebwicklers, ist auch *P. Mussi* auf einen Zwischenwirt angewiesen. Die erste Generation entwickelt sich in den Raupen des Tannentriebwicklers.

Die Schlupfwespen erschienen in meinen Zuchten durchweg im Juni.

Bei den in *Dendrolismus pini* sich entwickelnden *P. Mussi* handelt es sich um die zweite Generation dieser Schlupfwespe. Nach Ratzeburg wird die dreiviertelwüchsige Kiefernspinnerraupe angestochen.

„Gewöhnlich überwintern die Ichneumonen als Larven und verpuppen sich dann erst im nächsten Frühjahr."

8. **Glypta resinana** Htg.

G. resinana ist Parasit der Raupe des Tannentriebwicklers. Die vollwüchsige Parasitenlarve verläßt die Raupe und spinnt sich zwischen den Nadeln einen nahezu glashellen durchsichtigen Kokon, in dem die Verpuppung erfolgt.

Zum Teil ging die Parasitenlarve auch in die Puppe des Wirtes über. Nach kurzer Puppenruhe schlüpften die Tiere von Mitte bis Ende Juni.

G. resinana trat nur vereinzelt als *C. murinana*-Parasit auf.

Diese Schlupfwespe ist der Hauptparasit des Kiefernknospenwicklers *Evetria turionana* Hb. In einer Sendung von Kiefernknospen aus Bakel (Nordbrabant) enthielten 92% der Knospen den Parasit und nur 8% den Schädling (Ritzema-Bos zit. nach Escherich). Ebenso erhielt Ratzeburg diese Schlupfwespe als häufigsten Parasiten der *Evetria turionana*- Hb.-Puppen. Die Knospen waren mit einem Kokon völlig ausgekleidet und die Reste der Raupe völlig ausgesperrt.

Als weiterer Wirt von *G. resinana* Htg. ist *Evetria resinella* L. angegeben (Ratzeburg).

9. **Glypta resinana** Htg., var. **nigrina** Des.

Diese Form verhielt sich wie die forma typica. Selten. Geschlüpft am 25. und 28. Juni.

b) Braconidae.

10. **Meteorus scutellator** Nees., var. **unicolor** Wesm.

Diese Art erhielt ich nur in einem Exemplar. Sie hatte sich in einer Puppe des Tannentriebwicklers entwickelt. Die Verpuppung erfolgte in dem für *Meteorus* typischen, an einem Gespinstfaden herabhängenden Kokon. Geschlüpft am 11. Juni. Bisher waren als Wirte der forma typica bekannt:

Tephroclystia exiguata Hb., *Agrotis nigricans* L., *Agrotis triangulum* Hufn., *Agrotis xanthographa* Schiff., *Taeniocampa stabilis* View., *Calymnia trapezina* L., *Scopelosoma satellitium* L., *Stilpnotia salicis* L., *Lymantria dispar* L., *Malacosoma neustria* L.

c) Chalcididae.

11. **Pteromalus pini** Htg.

Am 16. Juli schlüpften aus einer *C. murinana*-Puppe 14 *Pteromalus pini* Htg. Alle 14 Stück hatten durch ein seitlich in der Mitte der Puppe genagtes Schlupfloch den Wirt verlassen.

Ratzeburg erzog diesen Chalcidier aus *Apanteles solitarius* Ratz., Reinh. und *Apanteles fulvipes* (Hal.) Reinh.

Bei *P. pini* ist die Zahl der Männchen in einer Brut sehr gering. Ratzeburg berichtet, daß Reißig in einer Zucht nur Männchen erhielt. Jedenfalls dürfte Parthenogenese auftreten, wobei aus den unbefruchteten Eiern nur Männchen entstehen.

Pteromalus pini ist Hyperparasit; in welchem Parasit des Tannentriebwicklers er sich entwickelt, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

d) Diptera.

12. **Ptychomyia selecta** Meig.

Es war dies die einzige Tachine, die aus der Zucht in geringer Zahl erhalten wurde. Die Eiablage erfolgt ovipar auf die Raupenhaut, wobei viele Eier bei den Häutungen in Verlust geraten mögen.

Die vollwüchsige Tachinenlarve verläßt die Raupe und schreitet in dem Gespinst des Tannentriebwicklers zur Tönnchenbildung.

Die wenigen Tachinen schlüpften Ende Juni.

Als bekannte Wirte gibt Baer *Ocneria detrita* Esp., *Bupalus piniarius* L., *Acalla cristana* F., *Hyponomeuta cognatella* Hb. und *malinella* Z. sowie eine größere Anzahl von Blattwespen an. *P. selecta* Meig. dürfte in erster Linie Blattwespenparsit sein. In Südmähren zog ich diese Tachine aus *Nematus Erichsoni* Htg., ferner in Wien aus *Hyponomeuta evonymella*.

Räuber.

Als Räuber wurden insbesondere Ameisen festgestellt. Am 2. Juni beobachtete ich in Klausen-Leopoldsdorf Ameisen, die gesunde Puppen angegangen hatten, beim Verzehren derselben.

* * *

Der Häufigkeit ihres Auftretens und damit ihrer wirtschaftlichen Bedeutung entsprechend, wären die erhaltenen Parasiten in nachstehender Reihenfolge anzuordnen, wobei der Hauptparasit an erster Stelle steht.

1. *Pimpla maculator* F.
2. *Ichneumon varipes* Grav.
3. *Pimpla examinator* F. et var.
4. *Pimpla Mussi* Htg. et var.
5. *Glypta resinana* Htg. et var. *nigrina* Des.
6. *Hemiteles sordipes* Grav.
7. *Microcryptus murinanae* Fahringer.
8. *Meteorus scutellator* Nees., var. *unicolor* Wesm.
9. *Ptychomyia selecta* Meig.

Bedeutung der Parasiten.

Die Zuchtergebnisse, wie auch die Beobachtungen im Freiland, haben nicht den Eindruck vermittelt, daß die Parasiten allein in der Lage wären, eine Tannentriebwicklerkalamität zu beenden.

Von 479 am 4. Juni 1934 eingezwingerten Raupen und Puppen schlüpften 247 Falter und 101 Parasiten, 112 Puppen waren abgestorben (von diesen 112 Puppen waren laut Sektionsbefund nur 4 parasitiert), 19 Puppen waren verpilzt. Demnach waren 21 % der Puppen parasitiert und 3,9 % der Puppen verpilzt, während 23 % der Puppen in den Zuchten abstarben.

Um festzustellen, ob in reinen Tannenbeständen und in gemischten Beständen der Hundertsatz der Parasitierung verschieden ist, wurden außer dieser Zucht noch Einzelzuchten mit Puppenmaterial aus verschiedenen Beständen gesondert durchgeführt. Das Parasitierungsverhältnis ist aus Tabelle XIII ersichtlich.

Tabelle XIII.

	Abtlg.	Mischungsverhältnis	Parasitierungsprozent	Anmerkung
Klausen-Leopoldsdorf	7c	Fi	32	Stamm (Fichte)
	7c	Fi	25	Bodenstreu
	12d	0,2 Bu 0,8 Ta	—	Puppen vom Stamm
	21a	Ta	10	Puppen vom Stamm
	21a	Ta	64,7	Puppen von Krone
	21a	Ta	35,8	Puppen vom Stamm
	21b	0,3 Bu 0,7 Ta	6	Bodenstreu
	74a	0,2 Bu 0,8 Ta	16	Puppen vom Stamm
	78b	Ta	17,6	Puppen vom Stamm
	78b	Ta	18,4	Puppen aus der Krone
Lammerau	12		14,7	Streu
	85b	0,5 Bu 0,5 Ta	29	Bodenstreu
	85b	0,5 Bu 0,5 Ta	7,7	Bodenstreu
	85b	0,5 Bu 0,5 Ta	37,5	Bodenstreu

Aus dieser Zusammenstellung, die leider nicht auf einer größeren Anzahl von Zuchtergebnissen basiert werden konnte, geht hervor, daß im Zeichen der Kulmination der Gradation des Tannentriebwicklers keine Zusammenhänge zwischen dem Mischungsverhältnis des Bestandes und dem Parasitenprozent zu erkennen sind.

Weitere Untersuchungen erstreckten sich darauf, ob ein wesentlicher Unterschied im Parasitierungsprozent der Puppen in der Krone des Stammes, am Stamm und in der Bodenstreu vorliegt. Wachtl war der Ansicht, daß die Puppen, die am Stamm zu finden sind, durchwegs parasitiert sind. Genaue Untersuchungen, die in Klausen-Leopoldsdorf und in Lammerau durchgeführt wurden, zeigten folgendes Ergebnis:

1. Parasitierung der Puppen aus der Bodenstreu . . . 24,0 %
2. Parasitierung der Puppen vom Stamm bis 2 m über dem Boden . . . . . 18,2 %
3. Parasitierung der Puppen vom Stamm (2 m über dem Boden bis zur Krone) . . . . . 31,4 %
4. Parasitierung der Puppen aus der Baumkrone . . . 32,8 %

Es ergibt sich demnach kein wesentlicher Unterschied im Parasitierungsprozent der an verschiedenen

Stellen des Bestandes verpuppten Tannentriebwicklers.

Von allen *C. murinana*-Parasiten entwickelt sich die erste Generation in den Raupen dieses Kleinschmetterlings. Da er selbst einfache, seine Parasiten hingegen doppelte Generation haben, sind sie durchwegs auf Zwischenwirte angewiesen. Es ist dies wohl eine der Hauptursachen für das mengenmäßig geringe Parasitenheer von *C. murinana*.

V. Zur Beschreibung und Bionomie.

Da die Beiträge zur Beschreibung und Bionomie nur von geringem Umfange sind, stelle ich sie, entgegen der allgemeinen Gepflogenheit, an den Schluß der Arbeit.

Die von Wachtl und Escherich (III. Bd.) gegebene Beschreibung des Falters ist lückenlos.

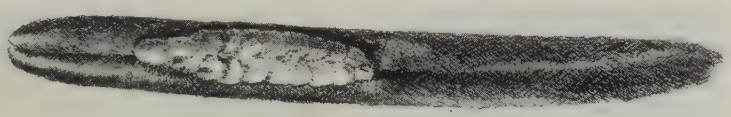


Abb. 7. Frische Eiablage von *Cacoecia murinana*.

Das frisch abgelegte Ei ist grün, heller als die alten Tannennadeln; mit Fortschreiten den Embryonalentwicklung wird das Ei grüngelb, schließlich weißgelb. Die Eischale selbst ist farblos, durchsichtig. Die Eier haben ovale Form; sie sind 1,45 mm lang und 0,96 mm breit (Abb. 7 und 8).

Die von Wachtl gegebene Beschreibung der vollwüchsigen Raupe ist klassisch und dieser Beschreibung nichts hinzuzufügen.

Es sei hier lediglich die bisher fehlende Beschreibung der Eiraupe angeführt (Abb. 9).

Die Länge der frisch geschlüpften Tannentriebwicklerraupe beträgt im Durchschnitt 2 mm. Farbe weißlichgelb.

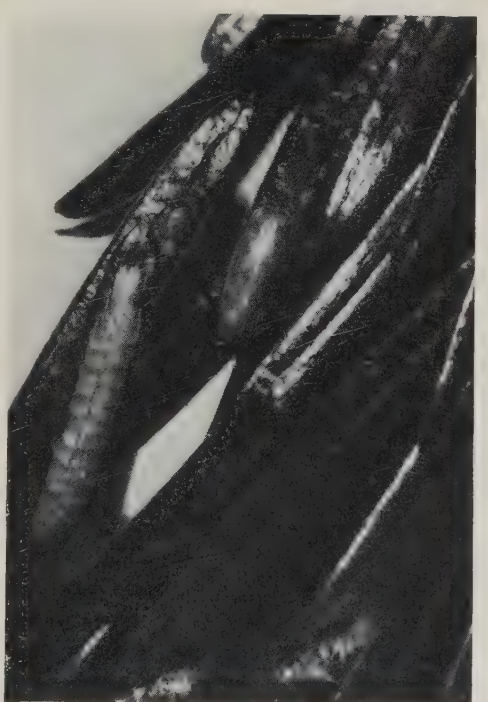


Abb. 8. Eigelege von *Cacoecia murrinana* (3 Tage alt).

Kopf bräunlich chitinisiert. Das Nackenschild ist kaum sichtbar. Die Stelle, an der später sich das Nackenschild befindet, ist nur durch eine kaum bemerkbar gelbere Tönung gegenüber dem übrigen Körper unterschieden. Behaarung des Körpers wie bei der vollwüchsigen Raupe.

Abb. 9. Eben geschlüpftes Jungräupchen von *Cacoecia murinana*.

In den Abb. 10, 11 sind eben geschlüpfte Eiräupchen, knapp nach und während des Schlüpfens festgehalten.

Abb. 10. Eiräupchen von *Cacoecia murinana* während des Schlüpfens.

Abb. 11. *Cacoecia murrinana* - Räupchen beim Verlassen der Eiablage.

Bionomie.

Das Schlüpfen der Falter setzte im Jahre 1934 im Freiland an gegen Südosten und Süden exponierten Bestandesrändern und an gegen Süden exponierten Hängen bereits am 9. Juni, allerdings erst spärlich, ein. Das Schlüpfen erfolgt in der Hauptschlüpfzeit wohl auch am Tage, häufig wurden Falter dicht oberhalb der Streudecke fliegend beobachtet. In den Zuchten schlüpfte der größere Anteil der Falter

in der Nacht. Am 16. Juni waren die Falter schon sehr zahlreich. Der Hauptfalterflug setzte mit 18. und 19. Juni bei warmer sonniger Witterung ein und währte in voller Stärke bis etwa Ende Juni. Der Höhepunkt wurde in der Zeit vom 19.—24. Juni erreicht. An sonnigen Tagen war um die Mittagsstunden ein reger Falterflug zu beobachten. Im allgemeinen sitzen die Falter ruhig an den Nadeln und Ästen der Krone und der Stammtriebe der Tanne. Beim Anprellen der Äste flogen die Falter, kleine Wolken bildend, in Massen auf, ließen sich aber bald wieder an den Nadeln, Ästen, am Stamm, am Anzug und sogar an den Händen nieder.

Die Begattung findet im Freilande am Tage statt. Ein am 19. Juni in Kopula befindliches Pärchen wurde unter Organtin an einem Tannentrieb im Freiland eingezwingert.

Eiablage und Eientwicklung.

Genaue Angaben über die Eiablage im Freiland liegen bisher nicht vor.

Wachtl erhielt bei Zwingerversuchen im Laboratorium gruppenweise Eiablagen von 10—14 Stück auf Tannennadeln in Doppelreihen.

Das am 19. Juni 1934 in Kopula befindliche an einem Tannentrieb (Revier Lammerau) unter Organtin eingezwingerte Weibchen schritt zur Eiablage. Am 24. Juni lagen Eiablagen an der Ober- und Unterseite der Tannennadeln vor. Außerdem wurden am 18. Juni 12 Puppen in der Abtg. 85b (Lammerau) an dem gegen Südosten exponierten Bestandesrand, an einem in das Bestandesinnere ragenden Tannenzweig, unter Organtin eingezwingert. Am 24. Juni lagen bereits zahlreiche Eiablagen gleichfalls an der Ober- und Unterseite der Tannennadeln vor.

Bisher wurden die Eier dieses Kleinschmetterlings unter natürlichen Verhältnissen im Walde noch nicht gefunden. Alles, was darüber bisher geschrieben wurde, beruht daher auf Vermutungen. Um den Ort sowie die Art und Weise der Eiablage und deren Dichte festzustellen, wurden in einigen Abteilungen Tannen der letzten Altersklassen (V—VII) gefällt und von den Herren Ing. Beran und Frisch genau untersucht. Im Freiland erfolgt die Eiablage nur an der Oberseite der Tannennadeln, und zwar nur an die Nadeln der Triebe in der oberen Kronenregion alter Tannen. An Jungwüchsen wurden nie Eiablagen gefunden, ebenso fehlen sie an den Nadeln der Äste, die unterhalb der Krone aus den Stämmen entspringen. Innerhalb der obersten Krone erfolgt die Eiablage an die Nadeln aller Triebe.

Der Umstand, daß bei den unter Organtine gehaltenen Tieren die Eier sowohl an der Ober- wie Unterseite der Tannennadeln abgelegt wurden, ist auf die Begrenzung der Bewegungsfreiheit zurückzuführen. Alle in den Tannenkronen gefundenen Eiablagen, die unter völlig

natürlichen Verhältnissen zustande kamen, befanden sich (mit 2 Ausnahmen) an der Oberseite der Nadeln.

Die Zahl der Eiablagen je Tannenkrone schwankte zwischen 143 und 254 Stück.

Die Zeit der Eiablage: Die ersten Eier wurden am 24. Juni gefunden. Am 4. Juli lagen sie bereits in großer Zahl vor. Die Eiablage erstreckte sich vom zweiten Junidrittel bis zum ersten Julidrittel.

Das Weibchen beginnt 2—3 Tage nach vollzogener Begattung mit der Legetätigkeit.

Form der Eier und der Eiablagen: Die zunächst hellgrün gefärbten ovalen und flachen Eier werden in zwei Reihen, dicht aneinander und nebeneinander gefügt, etwa wie die Schuppen eines Fisches sich überdeckend, auf die Oberseite der Tannennadeln abgelegt (Abb. 7, 8). Diese Eiablagen haben eine Länge von 4—7 mm, hauptsächlich aber 5—6 mm, eine Breite von 1—1,4 mm und lassen seitlich je 1/4 mm von der Tannennadel frei. Das vordere Ende des Eigeleges ist von der Spitze der Tannennadel 2—6 mm entfernt. In Alkohol lösen sie sich mit der Zeit von der Nadel ab, jedoch zerfällt die ganze Eiablage nicht in die einzelnen Eier, sondern bildet ein Ganzes, wohl durch eine Verkittung der Eier untereinander. Die Eizahl betrug im Freiland in den meisten der untersuchten Eigelege 25 Stück, seltener mehr (bis 32 Stück) und öfter weniger; 24, 20, 18 und 16 Stück. In seltenen Fällen fanden sich Eiablagen mit nur 4—5 Stück. Als häufigste Eizahl wurden 25 Eier je Eiablage festgestellt.

Eientwicklung.

Die meisten Autoren vertreten die Ansicht, daß die Überwinterung des Tannentriebwicklers im Eistadium erfolge.

Nach Buk soll die Entwicklung der Raupen noch im Sommer oder Herbst des Jahres der Eiablage vor sich gehen; Ratzeburg hielt diese Zeit für die Eientwicklung und das Schlüpfen der Räupchen für möglich. Wachtl dagegen war der Ansicht, daß dies im Sommer oder Herbst nicht stattfinden kann.

Die im Jahre 1934 im gesamten Befallsgebiet des Wirtschaftsbezirkes Baden gemachten Beobachtungen erbrachten jedoch die Bestätigung dafür, daß die Embryonalentwicklung innerhalb von 14 Tagen nach der vollzogenen Eiablage erfolgt, und daß die Räupchen im Juli schlüpfen. (Im Jahre 1934 vom 6.—16. Juli.) Trotz zahlreicher Beobachtungen konnte, wie bereits erwähnt, der Überwinterungsort der Raupen nicht ermittelt werden. Wahrscheinlich erfolgt die Überwinterung nicht an den Trieben, da bald nach dem Schlüpfen die Räupchen, von ihrem Spinnvermögen Gebrauch machten und sich abspannen.

Die Geschwindigkeit der Eientwicklung des Tannentriebwicklers ist abhängig von der Lufttemperatur und der Einstrahlung. Hinsicht-

lich des zeitlichen Ablaufes der Eientwicklung fehlt die Eilatenz, die z. B. bei manchen Lymantriiden [1]) nach Tuleschkov genetisch ver-

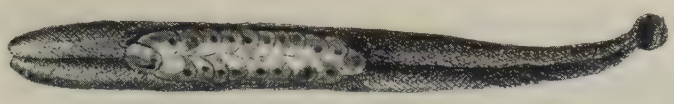


Abb. 12. Eiablage von *Cacoecia murinana* zehn Tage alt. Kopfkapseln der Eiräupchen deutlich durchscheinend.

ankert und — wenigstens in der ersten Periode nach der Eiablage — durch die Außenwärme nicht beeinflußbar ist. Auch dieser Umstand spricht dafür, daß für den Fall allgemeinerer Gültigkeit der bei Lymantriiden festgestellten Verhältnisse die Embryonalentwicklung des Tannentriebwicklers normalerweise im Jahre der Eiablage sich vollzieht.

Der zuerst hellgrüne Eiinhalt verfärbt sich gelb bis dottergelb. Später scheint das Räupchen durch die glashelle durchsichtige Hülle durch. Besonders deutlich ist die bräunliche Kopfkapsel zu sehen (Abb. 12, 13 und 14). Die Köpfe der Räupchen eines Eigeleges liegen alle in der gleichen Richtung, und zwar sind die Räupchen alle so orientiert, daß die Köpfe zur Nadelbasis gerichtet sind (Abb. 12—14).

Abb. 13. Eiablage 11 Tage alt. Kopfkapseln der Eiräupchen deutlich durchscheinend.

Das Schlüpfen der Räupchen eines Eigeleges erfolgt schlagartig. Innerhalb kurzer Zeit sind alle Räupchen eines Geleges geschlüpft (Abb. 10 und 11).

Abb. 14. Eiablage von *Cacoecia murinana* 12 Tage alt. Eiräupchen voll entwickelt. Kopfkapseln und Segmentierung deutlich sichtbar.

Bionomie der Raupe.

Der Tannentriebwickler ist im allgemeinen ein monophages Insekt, das sich insbesondere in

[1]) Übrigens auch bei den *Lophyrus*-Arten.

den Kronen alter Tannenbestände aufhält. Als Fraßpflanzen werden außer der Tanne angeführt: *Abies balsamica, sachhalinensis, arizonia* und *nobilis* (Escherich).

Es mag zutreffen, daß der Tannentriebwickler in ruhigen Zeiten und bei nicht zu großer Bevölkerungsdichte nur die Tanne befrißt. Seiner Natur nach ist er ein ausgesprochener Altholzbestandesverderber. Im Zeichen der Übervermehrung zeigt sich allerdings ein abweichendes Bild, das hauptsächlich auf die Verwehung der Jungräupchen durch den Wind zurückzuführen ist.

Von der Tanne waren die Altersklassen vom Anflug bis zu 200jährigen Beständen dicht befallen und der Nadeln ihrer Maitriebe beraubt (Abb. 15). Die Tanne wurde nicht nur in reinen Beständen, sondern auch dort, wo sie sich im Buchenbestand eingesprengt vorfindet, befallen.

Abb. 15. Tannengipfel mit durch *C. murinana*-Fraß entnadelten Maitrieben.

Die Fichte wurde in den Beständen, wo sie mit der Tanne gemischt ist, durchwegs befallen; der Fraß erfolgte in gleicher Weise wie bei der Tanne an den Maitrieben. Reine Fichtenbestände von größerer Ausdehnung wiesen an den Bestandesrändern häufig starken Befall auf und waren aller Maitriebnadeln beraubt, dagegen war das Innere großer reiner Fichtenbestände verschont. Schmale reine Fichtenstreifen (Abtlg. 7c, 8b, Klausen, 80 m breit) waren gänzlich befallen. Von der Fichte waren sowohl Jugenden (8—10jährig) wie Stangenhölzer und Altbestände befressen. Stellenweise waren die Beschädigungen in Fichtenjugenden (Abtlg. 79c) sehr stark, nicht nur die Maitriebnadeln waren abgefressen, sondern auch der Maitrieb selbst wurde benagt. Oft war die ganze Triebspitze von den vollwüchsigen Raupen aufgezehrt worden.

An der Fichte erfolgte der Fraß in den meisten Beständen seit 2 bis 3 Jahren.

Auch die Lärche war von *C. murinana* befressen. So waren in der Abtlg. 12c 8jährige Lärchen stark befallen. Hier erstreckte sich der Fraß nicht nur auf die Endtriebe allein.

An der Weißkiefer war nur vereinzelter Befall an den Maitrieben (Abtlg. 79c) festzustellen. Der Hauptsache nach war die Kiefer verschont.

In der Abtlg. 79d zeigte sogar *Picea pungens* schwache Beschädigungen der Maitriebe durch *C. murinana.*

Die beobachtete Fraßart stimmt genau mit der von Wachtl beschriebenen überein. In der Regel findet sich an jedem neuen Trieb nur eine Raupe, die in einer lockeren Gespinströhre, die von ihr mit dem Fortschreiten des Fraßes verlängert wird, lebt.

Im Klausen-Leopoldsdorfer Gebiet traten in manchen Abteilungen aber oft bis 7 Raupen an einem Maitrieb auf. Bei derart starkem Befall fanden sich ganze Gespinstschleier vor, die nicht nur den ganzen Maitrieb, sondern auch streckenweise den Gipfeltrieb selbst umspannen. Befallen waren alle Maitriebe, am stärksten jedoch jene des oberen Kronenteiles.

Als Nahrung wurden von den Raupen in erster Linie die Nadeln der Maitriebe von Tanne, Fichte, *Picea pungens,* Weißkiefer und aller Lärchentriebe angenommen; die vorjährigen Nadeln der erstgenannten Holzarten wurden nie gefressen. Außer dem Nadelfraß macht sich stellenweise auch recht kräftiger Triebfraß bemerkbar. Am häufigsten und stärksten war er an der Lärche, seltener an Tanne, Fichte, *Picea pungens* und nur vereinzelt an der Weißkiefer. Stark befressene Triebe knickten an den Fraßstellen ab; bei geringeren Beschädigungen kam es zu Verkrümmungen dieser Triebe.

Der Fraß selbst dürfte sich hauptsächlich von abends bis morgens vollzogen haben. Von den späten Vormittags- bis zu den Nachmittagsstunden konnte im Freien nur selten eine Fraßtätigkeit beobachtet werden.

Bionomie der Puppe.

Über den Ort der Verpuppung gehen die Angaben im Schrifttum auseinander. Nach Wachtl erfolgt die Verpuppung ausschließlich in der Bodenstreu und in der Moosdecke. Koch führt an, daß die Verpuppung an den Zweigspitzen und zwischen den Nadeln erfolgt. Fankhauser schließlich gibt an, daß die Verpuppung bei den von ihm beobachteten Kalamitäten ausschließlich an den Zweigen stattfand (Escherich).

Um diese Frage zu klären, wurden im Befallsgebiete ganz genaue und eingehende Untersuchungen in verschiedenen Abteilungen der einzelnen Bezirke durchgeführt, die sich sowohl auf reine Tannenbestände wie auch auf Tannenmischbestände aller Altersklassen erstreckten.

Auf Grund der Puppenzählungen schwankte die Anzahl der Puppen je Quadratmeter Boden zwischen 17—22 Stück (einmal auch 40 Stück).

Um die Zahl der Puppen am Stamm und in der Krone festzustellen, wurden mehrere Stämme in verschiedenen Abteilungen gefällt und ge-

nau nach Puppen untersucht. Die Zahl der Puppen in der Krone schwankte zwischen 17 und 38, am Stamm zwischen 17 und 53 Stück.

Die Verteilung der Puppen war demnach folgende:

Zahl der Puppen je 1 qm Boden	17—22 (40)	Stück
Zahl der Puppen in der Krone	17—38	„
Zahl der Puppen am Stamm bis 2 m Höhe . .	10—40	„
Zahl der Puppen am Stamm von 2 m bis in die Krone	17—53	„
Zahl der Puppen am Stamm insgesamt . . .	17—63	„

Die Verpuppung des Tannentriebwicklers erfolgte sowohl in der Bodenstreu, als auch in Rindenritzen am Stamm, ebenso an den Zweigen zwischen den Nadeln der Krone und auch im Gespinst an den Trieben. Es werden also alle nur möglichen Örtlichkeiten zur Verpuppung aufgesucht. An der Fichte ergab sich das gleiche Bild wie bei der Tanne. Bei der Fichte wurden am Stamm mit Vorliebe auch die Astlöcher von abgebrochenen Ästen zur Verpuppung gewählt.

Die forstliche Bedeutung der Tannentriebwicklergradation.

Die forstliche Bedeutung des Tannentriebwicklerfraßes ist nicht zu unterschätzen. Die Folgen des Fraßes äußern sich in recht empfindlichen Zuwachsverlusten und in der Schaffung der Disposition für den Befall durch andere Schädlinge.

Abb. 16. Durch mehrjährigen *C. murinana*-Fraß stark verlichtete Tannenkronen (Klausen-Leopoldsdorf 1934).

Wenn durch den *C. murinana*-Fraß auch das Leben der Bestände nicht direkt gefährdet wird, da er auf die Maitriebe beschränkt bleibt, und es nie zu einer vollständigen Entnadelung der Krone kommt, so werden doch die stark befallenen Bestände in einen kränkelnden Zustand versetzt. Der einige Jahre hindurch sich wiederholende Fraß führt zu einer wesentlichen Verringerung der Masse der Assimilationsorgane (Abb. 16). Es kommt dadurch, daß mindestens 3—4 Jahre (meist mehr) hintereinander die Maitriebe vernichtet werden, zu einer Verlichtung der Tannenkronen. Normalerweise behält die Tanne im Wiener Wald die Nadeln 7 Jahre. Die unbeschädigte Tanne besitzt also 7 Nadeljahrgänge.

Wenn nun durch 4 Jahre hindurch die Maitriebe völlig kahl gefressen werden, wie dies in den stärkst befallenen Beständen der Fall ist, kommt es bei Berücksichtigung des normalen Abfalles dazu, daß in diesen stark befressenen Beständen durch ein Jahr hindurch der Hauptsache nach nur drei (bis vier) Nadeljahrgänge voll erhalten sind. Allerdings kommt es in günstigen Jahren zu einem teilweise neuerlichen Austreiben, es bilden sich in geringem Ausmaße kleine Sommertriebe. Immerhin führt die erhebliche Verminderung der Nadelmasse einerseits zu erheblichen Zuwachsverlusten, andererseits werden diese Bestände für den Befall durch Sekundärschädlinge empfänglich gemacht. Ein ähnlicher Zustand tritt natürlich auch dann ein, wenn die Entnadelung der Maitriebe nur $^1/_4$, $^1/_2$ oder $^3/_4$ beträgt, da ja der Fraß einige Jahre währt. In stark heimgesuchten Beständen waren die Maitriebe der letzten 3—4 Jahre (mitunter auch 5 Jahre) in der Gipfelpartie der Tannen gänzlich unbenadelt oder nur mit einzelnen, spärlichen Nadeln versehen. Daß die folgenden Maitriebe nur sehr kurz bleiben und dann um so leichter entnadelt werden können, ist natürlich. Die Zuwachsverluste äußern sich sowohl in der Herabminderung des Höhen- wie des Stärkenzuwachses.

Von besonderer Bedeutung für das Leben geschädigter Bestände, ist ihre Empfänglichkeit für den Befall durch Folgeschädlinge.

Als solche traten im Befallsgebiete insbesondere folgende Käferarten auf: *Harpium inquisitor* L., *Pissodes piceae* Ill., *Cryphalus piceae* Rtzb.,*Ips curvidens* Germ. und *Ips spinidens* Reitt. Interessant ist, daß in ganz vereinzelten Fällen auch *Taphrorychus bicolor* Hbst. an der Tanne angetroffen wurde.

Cryphalus piceae befällt in der Regel als erster die durch *murinana*-Fraß geschwächten Tannen in der Kronenregion des Schaftes, erst dann erfolgt der Befall durch *I. curvidens, I. spinidens* und *Pissodes piceae*. In manchen Fällen wurden die Tannen auch von den letztgenannten Arten direkt, ohne vorhergehenden *Cryphalus*-Befall angegangen. Auch *Harpinum inquisitor* L. hat als Folgeinsekt nach *C. murinana*-Fraß Bedeutung; recht häufig wurden die Tannen ohne vorhergehenden Borken- oder Rüsselkäferbefall von diesem Cerambyciden, dem im Randgebiet des Tannenoptimums als physiologischen Schädling überhaupt Bedeutung zukommt, befallen (vgl. Schimitschek, 1935).

Die Menge des „Käferholzes" im Befallsgebiete, verursacht durch die angeführten Folgeinsekten, war recht fühlbar. Bei jeder Tannentriebwicklerkalamität muß daher diesen Arten größte Aufmerksamkeit geschenkt und ihre Bekämpfung energisch durchgeführt werden.

Literatur.

Baer, Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. VII, S. 149.

Clayton, H. H., Atmosphärische und solare Veränderungen. Meteorol. Ztschr. 1930, S. 393 ff.

— — Solare Zyklen und Wetter-Zyklen. Meteorol. Ztschr. 1930, S. 442 ff.

Eidmann, Zur Kenntnis der Periodizität der Insektenepidemien. Ztschr. f. angew. Entomol. XVIII, S. 537—567.

Escherich, Die Forstinsekten Mitteleuropas 1931, Bd. III.

Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie 1930, Bd. I.

Güde, I. Ing., Aufgaben und Ziele der Forstwirtschaft und des Jagdbetriebes im Wienerwalde. Österr. Vierteljahrschr. f. Forstwesen 1932.

Krenn, Karl, Ein Beitrag zur Häufigkeitsverteilung von Niederschlägen. Meteorol. Ztschr. 1934, H. 3, S. 111 ff.

Kolubajiv, S., Die Ergebnisse der Züchtung von parasitischen Insektarien aus ihren Wirten in der staatlichen Versuchsanstalt in Prag in den Jahren 1929—1933. Časopis čsl. spol. Entomol. 1934, XXXI, 15. Mai 1934.

Paul, C. M., Der Wienerwald. Wien 1898.

Pringsheim, E., Physik der Sonne. 1910.

Ratzeburg, Die Ichneumonen der Forstinsekten. 1844, I, S. 113.

— — Forstinsekten-Sachen. Grunerts Forstliche Blätter 1863, S. 180.

— — Waldverderbnis. Bd. II, S. 16.

Schimitschek, E., Beobachtungen bei einer Übervermehrung der Tannentrieblaus *Dreyfusia Nüsslini* C. B. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1928.

— — Das Auftreten des Weidenspinners *Stilpnotia salicis* L. in der Umgebung von Wien 1926 und 1927. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1930.

— — Forstschädlingsauftreten in Österreich 1927—1933. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1935.

Schmiedeknecht, O., Opuscula Ichneumonologica.

Societas entomologica, 1929, S. 35 f. Liste neuerdings beschriebener und gezogener Parasiten und ihre Wirte X. (Keine Autorenangabe.)

Stur, Geologische Spezialkarte d. Umgeb. v. Wien. Wien 1894.

Tuleschkov, K., Über Ursachen der Überwinterung der *Lymantria dispar, L. monacha* und anderer Lymantriiden im Eistadium. Ztschr. f. angew. Entomol. 1935, XXII, H. 1.

Tschermak, L., Die natürlich vorkommenden Holzarten am Ostrand der Alpen in Niederösterreich. Österr. Vierteljahrschr. f. Forstwesen 1931, S. 79.

— — Lehrausflug durch die Wirtschaftsbezirke Preßbaum und Baden. Österr. Vierteljahrschr. f. Forstwesen 1932.

Vetters, Die geologischen Verhältnisse der weiteren Umgebung Wiens. Wien 1910.

Wachtl, F. A., Die Weißtannentriebwickler *Tortrix murinana* Hübner, *Steganoptycha rufimitrana* H.-Sch. und ihr Auftreten in den Forsten von Niederösterreich, Mähren und Schlesien während des letztabgelaufenen Dezeniums. Mitt. a. d. forstl. Versuchswesen Österreichs 1882, VIII.

Versuche zur Bekämpfung des Kornkäfers mit Staubmitteln.

Von

B. Germar.

(Mit 9 Abbildungen.)

Seit Einführung einer planmäßigen Vorratswirtschaft in Deutschland ist den Speicherschädlingen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt worden. Dies gilt besonders für den stärksten Schädiger unserer Getreidespeicher, den Kornkäfer (*Calandra granaria*). Denn es ist nur selbstverständlich, daß alle Mittel angewandt werden, die zur Sicherung auch des letzten in der Erzeugungsschlacht gewonnenen Getreidekorns dienlich sind. Dementsprechend sind auch eine Reihe von Bekämpfungsmaßnahmen gegen diesen Großschädling entwickelt worden, die wir, abgesehen von den stets notwendigen Verhütungsmaßnahmen in eine Bekämpfung mit gasförmigen und eine solche mit staubförmigen Mitteln unterscheiden können. Die ältere von ihnen, die Vernichtung durch Gase hat im Laufe der Jahre wesentliche Verbesserungen dadurch erfahren, daß an die Stelle von für den Menschen giftigen Präparaten heute fast oder gänzlich ungiftige Mittel getreten sind. Da die Vorbedingung für jede Gasbekämpfung das Vorhandensein von unbedingt dichten Räumen ist, eine Anforderung, die nur in Großlagerhäusern gegeben, bezw. zu schaffen ist, so kann aber auf diesem Wege eine Entseuchung in der großen bäuerlichen Praxis, den genossenschaftlichen Lagerhäusern und den kleinen Mühlen nicht erreicht werden. Zu bedenken ist auch, daß durch eine ordnungsgemäße Behandlung mit Gas zwar eine Vernichtung des Schädlings erreicht werden kann, daß aber kein Dauerschutz erzielt wird, da das mit Gasmitteln behandelte Getreide später wieder ohne weiteres befallen wird. Als daher im Jahre 1934 Angaben erschienen, nach denen eine Behandlung des Getreides mit dem kieselsäurehaltigen Mittel „Naaki“ einen wirksamen Schutz gegen Calandrabefall bedingen sollte, erschien es uns notwendig, möglichst schnell und eingehend die Brauchbarkeit dieser Methode zu prüfen; denn hier konnte die Lösung der Frage liegen, wie der Kornkäfer auf dem Bauernspeicher zu bekämpfen und wie ein Dauerschutz des Getreides zu erreichen ist. Das Ergebnis dieser Prüfungen, die also klären sollten, ob durch eine Behandlung mit ungiftigen Pulvermitteln

ein billiger Dauerschutz des Getreides möglich ist oder ob vor der Reklame für eine derartige Methode zu warnen ist, ist in dieser Arbeit niedergelegt. Dabei sei vorweg betont, daß in die Prüfungen Fragen über die Beeinflussung des Getreides in händlerischer oder müllerei- und backtechnischer Beziehung nicht einbezogen sind. Wir beschränkten uns vielmehr allein auf die Untersuchung, inwieweit staubförmige Mittel, vor allem das Kieselsäuremehl „Naaki“ [1]) für eine Vernichtung der Kornkäfer im Getreide und einen Schutz gegen Neubefall brauchbar sind. Die Versuche sind im Sommer 1934 von Privatdozent Dr. Volk am Institut für Pflanzenkrankheiten in Bonn begonnen und seit dem Herbst desselben Jahres von dem Berichterstatter unter Leitung von Dr. Volk fortgesetzt worden. Sie sind im April 1935 abgeschlossen worden.

Zur näheren Kennzeichnung des Staubmittels Naaki sei vorausgeschickt, daß es ein gemahlener reiner Quarzsand von außerordentlich hohem Feinheitsgrad ist mit Größenanteilen, die dem Bereich der Kolloide angehören. Es besteht durchschnittlich aus 98 % Kieselsäure und enthält daneben eine geringe Menge Aluminium-, Eisen-, Kalk- und Magnesiumsalze. Nach Angabe der Herstellerfirma sind nur wenige Quarzsandgruben in Deutschland geeignet, das Ausgangsmaterial für Naaki zu liefern.

Die insektizide Wirkung staubförmiger Bekämpfungsmittel wurde erstmalig in ausgedehnten exakten Versuchen von F. Zacher und G. Kunike [2]) an Oxyden und Karbonaten, sowie an gemahlenem Seesand geprüft und als für die Schädlingsbekämpfung in der Praxis ausreichend befunden. Wegen der in der Natur der Untersuchungen begründeten Gemeinsamkeiten dieser Arbeit mit der vorliegenden sei auf sie besonders verwiesen.

Zacher [3]) beurteilt auch neuestens Naaki recht günstig. In Artikeln in landwirtschaftlichen Zeitungen sprechen sich außerdem Volk und unabhängig von ihm Ohnesorge günstig über Naaki als Kornkäferbekämpfungsmittel aus. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Mitteilung von Dipl.-Ing. H. Klug [4]), daß nach seinen Beobachtungen in einem stark verseuchten nordfranzösischen Lagerhaus algerischer Weizen, der mit feinstem Wüstenstaub durchsetzt war, kornkäferfrei blieb. Es wird auch angegeben, daß in Algerien dieser Kornkäferschutz durch Wüstenstaub bekannt ist. Er ist dort infolge der Art der Lagerung des Getreides naturgegeben, da diese in offenen Haufen, die nur durch Netzbedeckung gegen Vogelfraß geschützt sind, erfolgt, so daß der feine Flugsand sich an den Körnern festsetzen kann.

[1]) Herstellerfirma: Ges. f. neuzeitliche Bodenbehandlung m. b. H. Neubrandenburg i. M.

[2]) Zacher u. Kunike, Untersuchungen über die insektizide Wirkung von Oxyden u. Karbonaten. Arb. Biol. Reichsanst. 1931, 18, S. 201—231.

[3]) F. Zacher, Die Bekämpfung der Kornkäferplage. Ztschr. f. d. ges. Getr.-, Mühlen- u. Bäckereiwesen 1934, H. 12.

[4]) H. Klug, Staub als Schutzmittel von Getreide. Die Mühle 1934, 71, 958/59.

I. Laboratoriumsversuche in Insektenzuchtdosen.

Technisches. Diese Versuche wurden, wenn keine anderen Angaben gemacht sind, in Glasdosen von 5 cm Durchmesser mit Drahtmaschendeckel durchgeführt. Da zunächst nur die insektizide Wirkung des Mittels an sich, nicht die Wirkung bei seiner Anwendung in Getreide geprüft werden sollte, wurden die Käfer (je 50 Stück) im Anfang ohne Zugabe von Getreidekörnern direkt mit dem Staubmittel eingestäubt, wobei der geringe Überschuß des Staubmittels in der Glasdose verblieb.

1. Vergleichende Versuche mit verschiedenen Staubmitteln. Bei einer Temperatur von 19—20° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 45—50 % wurden Futterkalk, China Clay, Talkum, Kieselsäurehydrat (getrocknet und gepulvert) und Naaki auf ihre Wirkung auf den Kornkäfer geprüft. Täglich fand eine Auszählung der noch lebenden Käfer statt, deren Ergebnis in Tabelle 1 festgehalten ist.

Tabelle 1.

Abtötende Wirkung verschiedener Staubmittel auf den Kornkäfer bei 19—20° C und 45—50 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Nach Tagen	Prozentsatz der lebenden Käfer bei Behandlung mit					
	Naaki	Kieselsäure-hydrat	Futter-kalk	China Clay	Talkum	unbehandelt
1	98	96	98	100	100	100
2	64	78	94	98	92	100
3	4	22	64	90	88	94
4	0	0	30	84	79	78
5	—	—	6	68	72	56
6	—	—	0	42	46	48
7	—	—	—	28	34	46
8	—	—	—	16	16	40
9	—	—	—	6	8	36
10	—	—	—	4	4	34
11	—	—	—	0	0	30

In diesem Versuch kommt China Clay und Talkum eine kaum merkliche tödliche Wirkung gegenüber dem Kornkäfer zu, während Futterkalk eine sehr deutliche Einwirkung ausübt. Das beste Resultat liefern Kieselsäurehydrat und Naaki, die annähernd gleiche Wirksamkeit besitzen. Am vierten Tage sind die mit ihnen behandelten Käfer restlos abgetötet.

2. Vergleichende Versuche mit Fraktionen verschiedener Korngröße des Kieselsäuremehles Naaki. Die Frage, ob die Korngröße der Staubmittel von mitbestimmendem Einfluß auf ihre Wirkung ist, wurde an den drei im Handel befindlichen, nur durch ihren Feinheitsgrad unterschiedenen Naakisorten „fein“,

„feinst", „allerfeinst", sowie an drei Fraktionen der Naakisorte „feinst" geprüft, die durch mehrfaches Aufschlämmen und Absetzen in Wasser erhalten worden waren und, wie die Korngrößenmessungen zeigen, genügende Homogenität aufwiesen. Diese Einheitlichkeit in der Korngröße war bei den drei Naakisorten „fein", „feinst", „allerfeinst" nicht vorhanden.

Tabelle 2.

Abtötende Wirkung der Naakisortimente „fein", „feinst", „allerfeinst" auf die Kornkäfer bei 19° C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Nach Tagen	Prozentsatz der lebenden Käfer bei Behandlung mit			
	Naaki[1]) fein	Naaki[2]) feinst	Naaki[3]) allerfeinst	unbehandelt
1	100	100	100	100
2	75	82	56	100
3	8	12	0	100
4	0	0	0	98

Tabelle 3.

Abtötende Wirkung von verschieden feinkörnigen Fraktionen des Naaki auf Kornkäfer bei 19° C und 40 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Nach Tagen	Prozentsatz der lebenden Käfer bei Behandlung mit					
	Naaki[3]	Naaki[4]) 1. Fraktion	dasselbe Wiederholung	Naaki[5]) 2. Fraktion	Naaki[6]) 3. Fraktion	unbehandelt
1	96	98	92	88	98	100
2	82	88	88	46	44	100
3	10	86	78	4	0	98
4	0	72	34	0	—	90
5	—	56	18	—	—	88
6	—	14	12	—	—	80
7	—	0	0	—	—	72
8	—		—	—	—	60

Aus den beiden Tabellen, besonders aus der zweiten, geht der enge Zusammenhang zwischen Wirkungsgrad und Teilchengröße einwandfrei hervor. Die Uneinheitlichkeit der drei Naakisorten hinsichtlich der

[1]) Korngröße: kolloidal — 150 μ, überwiegend grobe Anteile.
[2]) Korngröße: kolloidal — 12 μ, viele grobe Anteile.
[3]) Korngröße: kolloidal — 5 μ.
[4]) Niederschlag in 30 cm-Schlämmzylinder nach 45 Minuten, durchschnittl. Korngröße 22 μ (10—38 μ).
[5]) Niederschlag nach 3 Stunden. Durchschnittl. Korngröße 6,25 μ (2,5—10 μ).
[6]) Niederschlag nach 12 Stunden. Durchschnittl. Korngröße 3,75 μ (2,2—5 μ).

Korngröße läßt gewiß nur wenig überzeugende Schlüsse zu. Immerhin wirken sich die groben Anteile in den beiden ersten Naakisorten auf die Absterbeziffer der Kornkäfer deutlich ungünstig aus, wenn auch nur in einem Maße, dem kein praktisches Interesse zukommt. Einwandfreie Schlüsse gestatten dagegen die hinsichtlich ihrer Korngröße ziemlich einheitlichen Naakifraktionen. Die feinkörnigste Fraktion unter ihnen tötet schon in etwa dem Drittel der Zeit die Kornkäfer zu 100 % ab, welche bei der gröbsten (s. Abb. 1) erforderlich ist, und ein zwischen

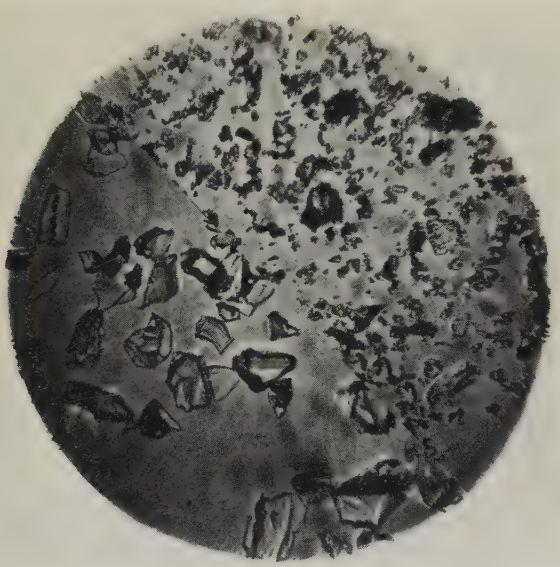


Abb. 1. 80fache Vergrößerung.
Rechts: Naakiteile der Sorte „feinst". Links: Naakiteile der beim Aufschlämmen gewonnenen 1. Fraktion. (Niederschlag nach 45 Min.).

beiden liegender Feinheitsgrad nimmt auch in seiner Wirkung eine Mittelstellung ein.

Beim Aufschlämmen des Naaki gelingt es, auch Anteile aus dem kolloidalen Größenbereich zu erhalten, d. h. Anteile, die mikroskopisch unsichtbar sind und unbegrenzt lange im Wasser schweben. Die Feinkörnigkeit dieser Bestandteile hätte auf Grund der obigen Resultate eine besonders starke Wirkung auf die Kornkäfer erwarten lassen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Behandelt man Kornkäfer mit ihnen, so kommt ihre Wirkung vielmehr nur derjenigen der dritten Fraktion des Naaki gleich. Die Erklärung hierfür ist darin zu suchen, daß diese feinsten Teilchen zu kleinen Klümpchen sich zusammenballen, wodurch ein Anhaften an den Käfern sehr erschwert wird. Gerade diese Fähigkeit des Anhaftens und Eindringens in die Gelenke der Schädlinge ist aber, wie wir später zeigen werden, eine wesentliche Voraussetzung für die Wirk-

samkeit des verwendeten Staubmittels. Die Haftfähigkeit der groben Naakifraktion ist naturgemäß gering, ebenso diejenige der Sorte „fein". Die Naakisorten „feinst" und „allerfeinst" besitzen dagegen eine ausgezeichnete Haftfähigkeit, die sich wohl aus ihrer Zusammensetzung aus allen Größenordnungen ergibt.

3. Versuche mit Naaki an dem Speisebohnenkäfer und dem Getreidplattkäfer. Bei dem Speisebohnenkäfer *(Bruchidius obtectus)* fanden je 20, bei dem Getreideplattkäfer *(Oryzaephilus surinamensis)* je 50 Käfer Verwendung.

Tabelle 4.

Abtötende Wirkung des Naaki auf *Bruchidius obtectus* und *Oryzaephilus surinamensis* bei 19° C und 40 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Nach Tagen	Prozentsatz der lebenden Käfer von			
	Bruchidius obtectus		Oryzaephilus surinamensis	
	eingestäubt	unbehandelt	eingestäubt	unbehandelt
1	100	100	94	100
2	55	95	70	100
3	10	95	48	100
4	10	95	16	98
5	5	95	0	92
6	0	90		

Auch diese Käfer [1]) erliegen unter denselben Bedingungen der Wirkung des Naaki, wenn auch erst 1—2 Tage später als der Kornkäfer. Von *Bruchidius obt.* wurden ferner je 10 eben fertig entwickelte Tiere, die noch nicht das Samenkorn verlassen hatten, aus den Bohnen präpariert und mit Naaki behandelt. Diese jungen Tiere tötete Naaki bereits nach 4½ Tagen, also 1½ Tage früher als die ausgewachsenen restlos ab. Hier kann darauf verwiesen werden, daß F. Zacher außer dem Kornkäfer eine Reihe anderer Speicherschädlinge tot in Naakistreifen auf Speichern aufgefunden hat. Bei den eigenen Versuchen mit größeren Mengen verseuchten Roggens konnte die Wirkung von Naaki auf den Getreideplattkäfer immer wieder nachgewiesen werden, während sich die an Kornkäferlarven schmarotzende Schlupfwespe *Lariophagus distinguendus* wenn auch nicht auf die Dauer, so doch wochenlang, gegen Naaki widerstandsfähig erwies.

4. Vergleichende Versuche mit Naaki an jungen und alten Kornkäfern. Wie schon der Versuch mit dem Speisebohnenkäfer gezeigt hat, ist die Widerstandsfähigkeit älterer Käfer gegen Naaki größer als diejenige jüngerer. Diese Tatsache wird durch die beiden folgenden Versuche auch für den Kornkäfer bestätigt. In dem

[1]) Es handelt sich ausschließlich um ältere Tiere.

Versuch wurden einmal die Käfer direkt bestäubt, zum anderen in einen Roggen (50 Käfer in 25 g Roggen) verbracht, der mit einer Naakimenge bestäubt war, die 1 % seines Gewichtes entsprach.

Tabelle 5.

Abtötende Wirkung des Naaki auf junge und alte Kornkäfer bei 20° C und 40 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Nach Tagen	Prozentsatz der lebenden Käfer					
	ohne Getreide			mit Getreide		
	junge Käfer bestäubt	alte Käfer bestäubt	alte Käfer unbehandelt	junge Käfer bestäubt	alte Käfer bestäubt	alte Käfer unbehandelt
1	6	82	100	84	98	100
2	0	10	100	24	96	100
3	—	0	98	0	40	98
4	—	—	—	—	14	90
5	—	—	—	—	2	88
6	—	—	—	—	0	80

In beiden Versuchen zeigen die jungen Käfer eine sehr hohe Empfindlichkeit gegen Naaki. Diese Tatsache der geringen Widerstandsfähigkeit junger Käfer hat sich auch in dem später zu erörternden Vermehrungsversuch, für den sie außerordentlich wichtig ist, gezeigt. In verseuchtem Getreide, das mit Naaki behandelt ist, wird man sehr oft die Beobachtung machen können, daß Jungkäfer schon getötet werden, bevor sie völlig ihre Puppenwiege haben verlassen können; meist befinden sich diese toten Jungkäfer noch mit dem Abdomen im Getreidekorn. Die Erklärung für diese hohe Empfindlichkeit ist in der noch nicht völlig vollzogenen Erhärtung des Chitinpanzers ohne weiteres gegeben. (Dieser Versuch beweist die Notwendigkeit einer scharfen Auswahl einheitlicher Versuchstiere. Bei allen anderen Versuchen, die hier beschrieben sind, haben immer alte Käfer, die sich durch schwarze Chitinfärbung und durch ihre Größe als ausgewachsen erwiesen haben, Verwendung gefunden.)

5. Das Verhalten der Käfer in mit Staubmitteln behandeltem Getreide. Aus Tabelle 5 geht weiter hervor, daß die Zeit bis zum Absterben in mit Naaki bestäubtem Getreide eine längere ist als bei direkter Einstäubung der Käfer. Dies gilt sowohl bei den jungen als auch ganz besonders bei den alten Käfern. In einem weiteren mit alten Käfern angesetzten Versuch in eingestäubtem Getreide wurden nach 3 Tagen 24 %, nach 4 Tagen 10 % lebende Käfer wieder gefunden, am 5. Tage waren alle Käfer abgestorben. In einem anderen Falle lebten in mit 1 % Naaki bestäubtem Getreide nach 3 Tagen noch 87 %, nach 7 Tagen 2 %, nach 8 Tagen keiner der Käfer, während bei Behandlung der Käfer mit nur ½ % Naaki nach 3 Tagen 97 %, nach 7 Tagen 8 %,

nach 8 Tagen 1 % und nach 9 Tagen keiner der Käfer mehr lebend angetroffen wurde. Hier besteht kein bedeutender Unterschied in der Wirkung bei Anwendung von 1 % bezw. 1/2 % Naaki. Es wird aber noch zu zeigen sein, daß der Zusatz von 1/2 % Naaki in der Praxis unter Umständen zu keinem befriedigenden Bekämpfungsergebnis ausreicht.

Erinnert man sich an das verhältnismäßig günstige Resultat bei der direkten Anwendung von Futterkalk auf Kornkäfer, sowie an das bei der Anwendung der grobkörnigen Naakifraktion gewonnene, so interessiert, daß diese beiden Präparate im Getreide für praktische Zwecke gänzlich versagen. Zur Veranschaulichung der Gegensätze sind die Absterbekurven der Kornkäfer bei Behandlung mit Naaki der Sorte „feinst", mit grobsortiertem Naaki von der durchschnittlichen Korngröße von 22 μ und mit Futterkalk in Abb. 2 graphisch dargestellt.

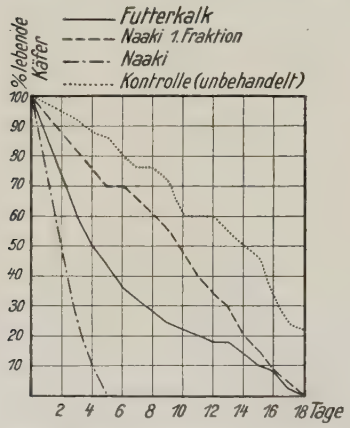


Abb. 2. Absterbekurven von Kornkäfern in bestäubtem Getreide.

Die dem Futterkalk und grobsortiertem Naaki zugeordneten Absterbekurven, die insbesondere bei dem letzteren recht flach verlaufen, endigen erst am 18. Tage. Die Herabminderung der tödlichen Wirkung erklärt sich aus der geringen Haftfähigkeit dieser Mittel am Getreidekorn. Diese Stoffe rieseln auch bei intensiver Vermischung mit dem Getreide durch. Eine enge Berührung mit dem Kornkäfer, die zu dem auf Kontaktwirkung beruhenden Absterben erforderlich ist, ist um so weniger zu erreichen, als sich die Kornkäfer des wenigen an ihnen haftenden Staubmittels durch Reiben an den staubarmen Getreidekörnern meist wieder entledigen können. Die Anwendung von Futterkalk als Schutzmittel, die bei Futtergetreide verlockend erscheint, ist aus diesem Grunde in der Praxis undurchführbar.

6. Der Einfluß von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf die insektizide Wirkung des Naaki. Sowohl Temperatur wie auch relative Luftfeuchtigkeit beeinflussen die Absterbezeit der Käfer bei der Behandlung mit Naaki ganz außerordentlich. Es ist darum sehr wichtig, bei Temperaturversuchen die relative Luftfeuchtigkeit, wie andererseits bei Versuchen mit relativer Luftfeuchtigkeit die Temperatur konstant zu halten. Die letzteren Versuche wurden darum in einem Thermostaten bei konstanter Temperatur durchgeführt, wobei die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb geschlossener Glasgefäße, in welcher sich die Insektenzuchtdosen befanden, über Schwefelsäure bestimmter Konzentrationen reguliert wurde.[1]) Die

[1]) Nach den Tabellen von Regnault in Landolt-Börnstein: Physik.-chem. Tabellen. Berlin 1923. II, S. 1395.

Temperaturversuche wurden in mehreren Thermostaten des gewünschten Wärmegrades bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 38—45 %, bezw. von 85—90 % ausgeführt. In den folgenden Tabellen geben die ersten Zahlen die Prozentsätze an, die von den bestäubten, die dahinterstehenden eingeklammerten Zahlen diejenigen, die von den unbehandelten Käfern gewonnen wurden.

Tabelle 6.

Abtötende Wirkung des Naaki bei verschiedener Temperatur und konstanter Luftfeuchtigkeit.

Rel. L.-F. %	Temp. °C	Prozentsatz der lebenden Käfer in Tagen nach der Behandlung											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42—45	33,0	41 (100)	0 (94)										
	29,0	92 (99)	7 (97)	0 (86)									
	22,0	94 (100)	36 (100)	0 (90)									
85—90	38,5	10 (64)	0 (34)	0 (0)									
	33,0	72 (98)	36 (93)	0 (74)									
	29,0	98 (100)	90 (97)	58 (91)	35 (84)	14 (72)	4 54)	0 (38)					
	20,0	98 (100)	94 (100)	90 (99)	84 (99)	72 (98)	28 (89)	10 (94)	2 (89)	0 (87)			
	10,0	100 (100)	86 (94)	72 (88)	60 (86)	56 (84)	56 (84)	56 (84)	51 (82)	16 (80)	10 (80)	0 (78)	

Während in der etwas trockenen Atmosphäre von 42—45 % relativer Luftfeuchtigkeit das Absterben der Käfer so rasch erfolgt, daß die Temperaturunterschiede weniger deutlich in Erscheinung treten, wird in feuchter Luft die Einwirkung der Temperatur auf die Absterbezeit der Kornkäfer bei Behandlung mit Naaki sehr deutlich durch obige Zahlen demonstriert. Mit fallender Temperatur nimmt die insektizide Wirkung konstinuierlich ab.

Tabelle 7.

Abtötende Wirkung des Naaki bei verschiedener Luftfeuchtigkeit und einer konstanten Temperatur von 23 °C.

Relative L.-F. %	Prozentsatz der lebenden Käfer in Tagen nach der Behandlung								
	1	2	3	5	6	10	17	20	21
21	80 (100)	0 (94)							
48	66 (96)	6 (90)	0 (84)						
82	96 (98)	96 (98)	52 (98)	4 (96)	0 (92)				
100	98 (98)	96 (98)	94 (96)	88 (96)	88 (92)	74 (80)	34 (22)	4 (0)	0 (0)

Bei gleicher Temperatur ist die Wirksamkeit des Naaki am größten in trockener Luft und am geringsten in dampfgesättigter Atmosphäre. Zwischen den beiden Extremen nimmt sie mit steigender relativer Luftfeuchtigkeit dauernd ab. In dampfgesättigter Luft tritt sogar das

Kuriosum auf, daß die mit Naaki behandelten Käfer länger leben als die unbehandelten. Die beiden letzten Versuche geben einen Hinweis auf die Erklärung der Wirkungsweise des Naaki.

II. Versuche zur Erklärung der Wirkungsweise des Naaki.

1. Die Austrocknungswirkung des Naaki. Bei einem Vergleich der bisherigen Versuche mit denjenigen, die F. Zacher mit Oxyden und Karbonaten sowie mit gemahlenem Seesand ausgeführt hat, findet sich wohl nichts, was zueinander in Widerspruch steht. Auch Zacher hat bereits die Einwirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Wirksamkeit der angewandten Staubmittel beobachtet. Er hat diese Tatsache zu einer Erklärung ihrer Wirkungsweise ausgedeutet, in welcher er als das tödlich wirkende Prinzip der Staubmittel die Austrocknung der Käfer ansieht. Dieser Wirkung ist in der Folge die Bezeichnung „Zacher-Effekt" beigelegt worden. In der Tat läßt sich eine solche Anschauung durch verschiedene Versuchsergebnisse stützen, andererseits durch keine erschüttern. Headlee 1924 ?

Unter der Annahme, daß es sich bei den Staubmitteln um eine austrocknende Wirkung handelt, ist der Temperatur — wenn man von extrem hohen und extrem niederen Wärmegraden absieht — hauptsächlich deshalb eine Bedeutung zuzumessen, weil sie die Größe der trocknenden Kraft irgendeines Luftvolumens zusammen mit der vorhandenen absoluten Luftfeuchtigkeit bestimmt. Bekanntlich ist die Trockenwirkung eines Luftvolumens gegeben durch die Differenz zwischen seinem absoluten und seinem effektiven Dampfdruck, durch das sogenannten Sättigungsdefizit (gemessen in g/cbm). Das Daltonsche Gesetz besagt, daß die Verdampfung von Flüssigkeiten dem Sättigungsdefizit proportional geht. Die Gültigkeit dieses Gesetzes für die Wasserverdunstung von Insekten innerhalb bestimmter Grenzen wird von manchen Autoren angenommen, von anderen bestritten. Eine Zusammenstellung von solchen Versuchen verschiedener Autoren findet sich bei Maercks.[1]) Das Sättigungsdefizit steigt bei gegebener Feuchtigkeitsmenge mit steigender Temperatur, und damit steigt auch die Trockenwirkung der Luft. Gilt das Daltonsche Gesetz in irgendeiner Form auch für die vorliegenden Versuche, so folgt hieraus — unter der obigen Annahme der Abtötung durch Austrocknung —, daß die Schnelligkeit des Absterbens eine Funktion des Sättigungsdefizits ist. Eine Reihe von Versuchen ist zu diesem Defizit in Beziehung gebracht und die bis zum 100prozent. Absterben der Käfer verstreichende Zeit in Abb. 3 eingetragen worden. Aus diesen Eintragungen ist eine idealisierte Kurve gebildet worden. Abb. 4 zeigt daneben die Kurve, die sich für Tabelle 7 bei Umrechnung auf Sättigungsdefizitswerte ergibt.

---

[1]) H. Maercks, Der Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Embryonalentwicklung der Mehlmottenschlupfwespe *Habrobr. jugl.* Arb. Biol. Reichsanst. Berlin 1933, S. 376.

Die beiden Kurven haben eine auffallende Ähnlichkeit, so daß auch bei Berücksichtigung größerer Abweichungen von der Idealkurve, die in Abb. 3 bei drei Werten auftreten, doch angenommen werden muß, daß die Absterbezeit nicht nur bei der konstanten Temperatur von 23 ° (Abb. 4), sondern innerhalb gewisser Grenzen unabhängig von der Temperatur (Abb. 3) in bestimmter Weise dem Sättigungsdefizit folgt. Diese Abhängigkeit der Absterbezeit von dem Sättigungsdefizit verläuft

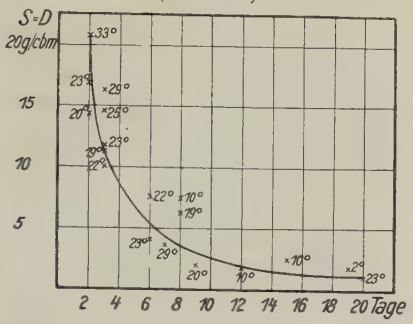


Abb. 3. Kurve der bis zum 100prozent. Absterben der Kornkäfer verstreichenden Zeit in Abhängigkeit vom Sättigungsdefizit (S-D). (Die beigeschriebenen Zahlen geben die Temperatur an).

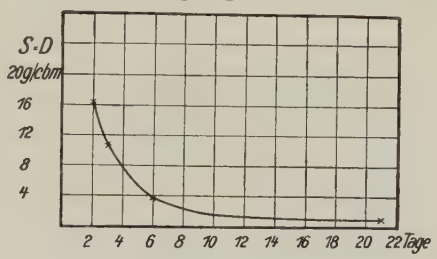


Abb. 4. Dieselbe Kurve bei 23° C.

nicht wie die für das Daltonsche Gesetz gültige Verdunstungskurve als Gerade. Vielmehr zeigt die Kurve eine ziemlich gleichmäßige abtötende Wirkung bei allen höheren Werten des Sättigungsdefizits, während sich bei den niederen Werten der Absterbeerfolg ziemlich rasch ändert. Bei den niedrigsten Werten der Abb. 3 (2,5 g/cbm) sind auch Temperatureinflüsse wirksam.

Zu der Kurve der Abb. 3 ist zu bemerken, daß Temperaturen über 33 ° C nicht berücksichtigt worden sind, weil hierbei schon am zweiten Tage auch die unbehandelten Käfer dem Wärmetod erliegen. Bei 10 ° C war die Lebenstätigkeit der Tiere stark herabgemindert, bei 2 ° C befanden sie sich in Kältestarre. Kontrollen mit unbehandelten Käfern zeigten jeweils, daß die Lebensbedingungen bei allen Versuchen normal waren. Bei einem der Versuche (10 ° C, 95 % relative Luftfeuchtigkeit) wurde zum zweiten Male die Beobachtung gemacht, daß bei hoher Luftfeuchtigkeit bestäubte Tiere länger leben können als unbehandelte.

Tabelle 8.

Bestimmung des Wassergehaltes von bestäubten Kornkäfern bei 19 °C und 55—60% relativer Luftfeuchtigkeit.

	Wassergehalte von Käfern nach der Behandlung				Wassergehalte unbehandelter Käfer
	23 Stdn.	48 Stdn.	68 Stdn.	76 Stdn.	
Versuch I	39,25	33,34	29,28	—	41,70
Versuch II	39,44	—	29,84	27,59	42,80

Der Wasserentzug muß sich in einer stetigen Verminderung des prozentualen Wassergehaltes der Tiere bis zu einem Punkt, an dem die Käfer nicht mehr lebensfähig sind, äußern. Tabelle 8 veranschaulicht die Wassergehalte der Käfer, wie sie in bestimmten Zeitabschnitten nach der Behandlung bei 20° C gefunden wurden. Versuch I wurde mit je 500, Versuch II mit je 200 Käfern durchgeführt. Im I. Versuch waren nach 68 Stunden, im II. Versuch nach 76 Stunden die Käfer eben noch lebend. Wenige Stunden danach waren sämtliche Käfer abgetötet. Bei der Wassergehaltsbestimmung wurden nur lebende Käfer verwandt. Die Tabelle zeigt ein kontinuierliches Abnehmen des Wassergehaltes von dem normalen Gehalt von 41,70 % (bezw. 42,80 %) auf einen Gehalt von nur 29,28 % (bezw. 27,59 %). Parallel zu diesen Bestimmungen wurden Kornkäfer ohne vorherige Einstäubung mit Naaki in einem Exsikkator über Kalziumchlorid bei 20° C der Austrocknung unterworfen und die Abnahme ihres Wassergehaltes festgestellt. Dabei wurde gefunden, daß der Wassergehalt dieser Versuchskäfer nach 8 Tagen auf 33,96 %, nach 8¼ Tagen auf 32,94 % sank. Wie Kontrollen zeigten, waren die Käfer nur noch wenige Stunden nach dem letzten Zeitpunkt lebensfähig. Bei der Naakibehandlung standen also die Kornkäfer nach 68 bezw. 76 Stunden kurz vor dem Absterben, im Exsikkator nach 8¼ Tagen. Es ist fraglos, daß in dem Exsikkator die Austrocknung als alleinige Todesursache angenommen werden muß, da unter den herrschenden Temperaturbedingungen Kornkäfer ohne Nahrung bis zu 20 Tagen leben können. Wenn nun die zur Zeit des Absterbens festgestellten Wassergehalte der Käfer in beiden Versuchen so überraschend nahe beieinander liegen (27,59 %; 29,28 %; 32,94 %), so kann man nicht umhin, einen Wassergehalt von etwa 30 % als die untere Grenze der für das Leben des Kornkäfers notwendigen Körperfeuchtigkeit bei 20° C anzusehen und eine Herabminderung derselben unter diesen Wert als tödlich für den Kornkäfer zu bezeichnen. Damit ist wiederum die austrocknende Wirkung des Naaki als das wirksame Prinzip belegt.

Daß die Trockenwirkung nach dem Absterben weiter besteht, zeigt die Tatsache, daß im I. Versuch (in Tabelle nicht angeführt) 2 Tage nach dem Tod der Käfer der Wassergehalt auf 18,67 % gefallen ist. In derselben Zeit trockneten unbehandelte tote Käfer (die Abtötung erfolgte durch Äther) von 42,16 % auf 36,03 %, also nur um 6,13 % ein.

Wie kann man sich nun eine derartige austrocknende Wirkung des Naaki auf Insekten, insbesondere auf den Kornkäfer erklären? Zunächst muß betont werden, daß Naaki nicht hygroskopisch ist (100 g getrocknetes Naaki nehmen nach zweitägigem Verweilen in der feuchten Kammer nur 0,778 g Wasser auf), daß aber auch die von Zacher zu wirksamer Bekämpfung verwandten Oxyde und Karbonate nur in geringem Maße hygroskopisch sind. Demzufolge kann eine austrocknende Wirkung nicht auf einer Bindung dampfförmiger Feuchtigkeit, sondern nur auf der Aufnahme tropfbar flüssigen Wassers aus dem Körper des

Kornkäfers beruhen. Kunike[1]) macht hierfür die Vergrößerung der Oberfläche durch das Anhaften der feinen Staubteilchen verantwortlich. Wenn dies die alleinige Ursache wäre, so wäre nicht einzusehen, daß der ebenfalls gut haftende und immerhin auch recht feinkörnige Staub von China Clay nicht dieselbe Wirkung äußert. Man kann nun beobachten, daß Naaki sich außerordentlich stark in den intersegmentaren Einschnitten, besonders dem Einschnitt zwischen Thorax und Abdomen festsetzt (Abb. 5) und hier so festgepreßt wird, daß es selbst bei scharfem Absaugen nicht restlos hieraus entfernt werden kann. Sicher ist, daß die Menge des sich hier festsetzenden Naaki mit der Dauer der Einwirkung zunimmt. So konnten an je 200 Kornkäfern, die 1 bezw. 48 Stunden nach der Behandlung mit Naaki intensiv abgesaugt wurden, im ersteren Falle nur 5 mg Naaki (bestimmt als Kieselsäure), im zweiten Falle 13,8 mg Naaki wiedergefunden werden. Daraus dürfte zu schließen sein, daß bei den Bewegungen des Käfers immer neues Naaki

Abb. 5 und 6. 36fach vergrößert. Mit Naaki bestäubter Kornkäfer.

[1]) Kunike, Vorräte schützen, heißt Werte erhalten. Mitt. f. d. Ldw. 1935, 50, S. 34.

in die Einschnitte geschoben und hier festgedrückt wird. Für China Clay trifft dies nicht zu. Danach wird es wahrscheinlich, daß gerade in den sicher auch weniger gegen Wasserentzug geschützten intersegmentaren Einschnitten die Wasserabgabe durch Naaki gefördert wird, wobei man an einen auf Kapillaritätswirkung beruhenden Einfluß denken kann. Durch die Kapillaren wird nun die Feuchtigkeit an die Luft geführt und von dieser aufgenommen. Trockene Luft begünstigt die Wasserabgabe im Vergleich zu feuchter Luft. So erklärt sich die geringere abtötende Wirkung des Naaki in feuchter Luft nicht durch eine Aufnahme von Wasser aus der Luft, sondern durch die langsamere Abgabe des Wassers an die Luft. Naaki wirkt nur als Durchgangsmittel für das Wasser. Hygroskopische Staubmittel dürften für eine auf Austrocknung beruhende Bekämpfung unbrauchbar sein, da sie bald mit Wasser gesättigt sein würden.

Auf dieser Basis erklärt sich die im Vergleich zu anderen von uns untersuchten Staubmitteln besonders günstige Wirkung des Naaki. Naaki lagert sich fester als andere untersuchte Substanzen in die Körpereinschnitte und Gelenke der Käfer ein. Der hohe Feinheitsgrad und die gute Adsorptionskraft gegenüber Wasser vereinigen sich in einer starken Kapillaritätswirkung. In ersterem stehen alle untersuchten Mittel hinter Naaki zurück, in dem Fehlen der letzteren dürfte der hauptsächlichste Grund für das Fehlen einer Wirkung bei Talkum zu sehen sein. Abstufungen im Feinheitsgrad ziehen Veränderungen der Kapillaritätswirkung nach sich, woraus sich die Verschiebungen in der Wirkung auf die Kornkäfer ergeben. Die starke Wirkung auf junge Käfer ist in der größeren Wasserdurchlässigkeit der erst schwach chitinisierten Oberfläche begründet.

2. Das Verhalten der Käfer nach dem Einstäuben mit Naaki. Zur Frage der Verwundung der Käfer durch Naaki. Gegenüber der eben entwickelten Anschauung wird von anderer Seite mehrfach die Meinung vertreten, daß die Kornkäfer durch die „messerartigen“ Naakisplitter, die sich zwischen die Gelenke setzen, bei ihren Bewegungen verletzt würden. Es wird dabei von einigen auf die beunruhigten Bewegungen der Käfer nach dem Bestäuben mit Naaki hingewiesen mit der Bemerkung, andere Staubmittel würden eine derartige Beunruhigung der Käfer nicht auslösen. In vielen sich gegenseitig bestätigenden Beobachtungen konnte das Verhalten der Käfer nach dem Einstäuben, wie folgt, erkannt werden.

Bringt man die Käfer in Berührung mit Naaki, so werden ihre Bewegungen lebhafter, merklich beunruhigt. Diese Beunruhigung tritt jedoch in demselben Maße ein, wenn die Käfer mit irgendeinem anderen Staubmittel in Berührung kommen, und sie ist nicht viel stärker, als sie bei einfachem mechanischen Schütteln der Tiere beobachtet werden kann, so daß es schwer fallen dürfte, der nach der mit mechanischen Reizen verbundenen Einstäubung eintretenden Beunruhigung der Käfer besondere Bedeutung zuzumessen. Wie auf Abb. 5 und 6 ersicht-

lich ist, bleibt Naaki fast überall am Käferkörper haften. Besonders aber setzt es sich in den Einschnitten zwischen den Körpersegmenten und einzelnen Gliedern der Extremitäten fest. Da, wie gezeigt werden konnte, die in die Körpereinschnitte eingedrungene Menge des Stäubemittels mit der Dauer der Einwirkung zunimmt, so nehmen auch die Störungen der Gelenktätigkeit dauernd zu. In unseren Laboratoriumsversuchen währte die Beunruhigung der Tiere, die zunächst durch die beginnende Behinderung in der Ausübung der Gelenkfunktionen noch etwas gesteigert sein mochte, etwa 1 Tag an. Danach wurden die Bewegungen ruhiger als bei den unbehandelten Tieren. Nach 2 Tagen war dann die Bewegungsfähigkeit der Tiere außerordentlich stark gehemmt, die meisten Extremitäten starr vom Körper weggestreckt, manche Glieder bewegungslos. Am 3. Tage waren die meisten Käfer nur noch zu ganz schwachen Bewegungen fähig. Kamen sie — das ließ sich auch schon am 2. Tage beobachten — in Rückenlage, so konnten sie sich nicht mehr aufrichten, so daß gegen Ende des Versuches die Mehrzahl der Käfer auf dem Rücken lag. Am 3. oder 4. Tage trat dann der Tod ein. Das Nachlassen in der Bewegungsfähigkeit ist allem Anscheine nach in einer Blockierung der Gelenke durch die Menge des sich festsetzenden Naaki begründet. Es taucht nun die Frage auf, ob diese mangelnde Bewegungsfähigkeit das Absterben der Käfer beschleunigt hat. Wie Versuche jedoch zeigten, in denen gesunde, unbehandelte Käfer in Glaskapillaren eingeschlossen und dadurch fast ihrer ganzen Bewegungsfähigkeit beraubt wurden, können Kornkäfer in solcher Lage 10 bis 12 Tage weiterleben.

Das Verhalten der Käfer kurz nach dem Einstäuben läßt jedenfalls einen einwandfreien Schluß auf Verwundungen des Käfers durch Naaki nicht zu. Gegen diese Theorie der Verwundung sprechen noch verschiedene andere Beobachtungen. Wenn z. B. infolge von Kältestarre die Bewegungsfähigkeit der Käfer aufgehoben ist, Verwundungen durch Naaki also unmöglich sind, so behält Naaki doch auch unter diesen Bedingungen seine abtötende Wirkung bei. Weiter besteht dieselbe Wirkung bei Stoffen, von denen auf Grund ihrer Beschaffenheit keine verwundenden Eigenschaften erwartet werden können. Zu diesen Stoffen gehören insbesondere Kieselsäurehydrat und die Größenanteile des Naaki aus dem Kolloidbereich. Bei den sonstigen Übereinstimmungen scheint jedoch eine für alle diese Stoffe gemeinsame Wirkungsweise sehr wahrscheinlich zu sein. Vor allem aber spricht gegen eine Verwundung die Tatsache, daß unter besonderen Bedingungen (siehe Tab. 7) mit Naaki bestäubte Käfer sich länger am Leben halten können als unbehandelte. Da nun ein Vergleich der Versuche in feuchter und trockener Atmosphäre immer eine austrocknende Wirkung erkennen läßt, wird auch von den Vertretern der Verwundungstheorie angenommen, daß nach vorausgegangener Verletzung letzten Endes der Tod durch Austrocknung herbeigeführt wird, so daß in der Ansicht über die letzte Ursache des Absterbens der Kornkäfer Übereinstimmung zu

herrschen scheint. Nach unserer Überzeugung spielen Verwundungen durch Naaki beim Absterbeprozeß zum mindesten keine ausschlaggebende Rolle; es ist auch bisher nicht gelungen, derartige Verwundungen an dem Käfer mikroskopisch nachzuweisen.

3. Die Bedeutung der Naakinebenbestandteile für die insektizide Wirkung. Wenn hier der Austrocknung des Kornkäfers durch Naaki die hauptsächlichste Bedeutung für die abtötende Wirkung beigemessen wird, so soll damit nicht die Möglichkeit anderer Einflüsse abgeleugnet sein. Es schien bei dem Gehalt des Naaki an Oxyden zunächst nicht unwahrscheinlich, daß auch diese bei der Abtötung beteiligt sind, zumal die Versuche Zachers mit Oxyden in diese Richtung weisen. Folgende Versuche klären diese Frage. Es wurden je 50 g Naaki 1. mit 2prozent. Salpetersäure, 2. mit 12prozent. Salzsäure und 3. mit 12prozent. Ammoniak 24 Stunden lang extrahiert und durch Zentrifugieren die Extrakte von dem Rückstand getrennt. Der Rückstand wurde mit destilliertem Wasser bis zur neutralen Reaktion ausgewaschen, aus den Filtraten durch Verdampfen die Extrakte gewonnen, die im Mörser gepulvert wurden. Zunächst wurden die Extrakte geprüft; in zwei Versuchen (I und II) wurden die Käfer bestäubt, in einem weiteren (III) in einer kaltgesättigten wässerigen Lösung der Extrakte 4 Tage lang gehalten, danach scharf abgebraust und beobachtet. In dem letzteren Versuch sind die Tage von der Herausnahme aus der Lösung an gezählt.

Tabelle 9.

Abtötende Wirkung verschiedener Extrakte aus Naaki auf den Kornkäfer bei 19°C und 45–50% relativer Luftfeuchtigkeit.

Nach Tagen	Prozentsatz der lebenden Käfer bei Behandlung mit														
	HCl-Extrakt			HNO_3-Extrakt			NH_3-Extrakt			Naaki nicht extrah.			unbehandelt		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	98	98	92	94	88	92	100	96	94	100	94	84	100	100	56
2	76	94	90	46	72	84	88	88	90	84	82	76	100	100	46
3	22	58	88	0	26	80	54	80	90	6	48	74	98	100	38
4	8	12	84	—	0	80	18	66	90	0	12	54	98	100	38
5	0	4	76	—	—	80	0	30	88	—	0	34	94	100	36
6	—	0	50	—	—	78	—	16	74	—	—	24	—	100	36
7	—	—	20	—	—	70	—	0	56	—	—	4	—	100	26
8	—	—	4	—	—	56	—	—	30	—	—	0	—	—	6
9	—	—	0	—	—	32	—	—	6	—	—	—	—	—	2
10	—	—	—	—	—	18	—	—	2	—	—	—	—	—	0
11	—	—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—

Darauf wurde das durch die Extraktion von gewissen Nebenbestandteilen gereinigte Naaki in zwei Versuchen gegen Kornkäfer geprüft. In Versuch I wurden je 50 Kornkäfer mit 0,1 g des Mittels, in Versuch II

mit 0,2 g bepudert. In Versuch I herrschte eine relative Luftfeuchtigkeit von 55 %, in Versuch II von nur 40 %. In beiden Versuchen betrug die Temperatur 20 ° C.

Tabelle 10.
Abtötende Wirkung der Extraktionsrückstände auf den Kornkäfer.

Nach Tagen	Prozentsatz der lebenden Käfer bei Behandlung mit den Rückständen des Naaki nach Extraktion mit									
	Salzsäure		Salpetersäure		Ammoniak		Naaki (nicht extrah.)		unbehandelt	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	100	100	96	96	96	98	96	100	100	100
2	96	66	94	80	90	74	80	46	100	98
3	76	0	66	4	80	0	12	0	100	96
4	48	—	26	0	72	—	4	—	100	—
5	14	—	8	—	44	—	0	—	100	—
6	6	—	0	—	26	—	—	—	88	—
7	0	—	—	—	10	—	—	—	82	—
8	—	—	—	—	0	—	—	—	74	—

Bei der trockenen Anwendung verschiebt sich in der ersten der beiden Tabellen die durch die verschiedenen Extrakte verursachte Absterbezeit nicht wesentlich gegenüber der der Behandlung mit Naaki zugeordneten Absterbezeit. Bei Behandlung mit dem Salpetersäureextrakt sterben jedoch die Käfer in beiden Versuchen rascher ab als bei Bestäubung mit Naaki. Der Schluß liegt nahe, daß den durch Salpetersäure extrahierten Nebenbestandteilen des Naaki eine über das Maß der anderen hinaustretende, vielleicht chemisch zu erklärende Wirkung zukommt. Und doch ist dieser Schluß falsch; weder der Versuch III der Tabelle 9, bei welchem infolge der Anwendung in wässeriger Lösung eine chemische Wirkung besonders stark auftreten müßte, vermag ihn zu stützen, noch bestätigt er sich bei der Behandlung der Kornkäfer mit dem nach der Salpetersäureextraktion erhaltenen Rückstand des Naaki. Hier müßte ja, wenn die Extrakte besonders wirksam wären, die Wirkung auf den Kornkäfer im Vergleich zu den übrigen Extrakten eine langsamere sein. Das Gegenteil ist jedoch der Fall. Auch für die übrigen Extrakte finden sich keine derartigen reziproken Beziehungen in den beiden Tabellen, die bei Vorhandensein einer chemischen Wirkung der Nebenbestandteile sich wie Spiegelbilder gegenüberstehen müßten.

Die Ursache der Verschiebungen in der Absterbezeit ist vielmehr rein physikalisch in der unterschiedlichen Korngröße und Haftfähigkeit bedingt. Welche Rolle hierbei besonders die letztere spielt, zeigt sich sehr deutlich in dem 1. Versuch mit den Extraktionsrückständen. Alle drei Rückstände haben durch die Behandlung bedeutend an Haftfähigkeit verloren, dementsprechend hat auch ihre Wirksamkeit nachgelassen. Bei Versuch II ist die Bedeutung der Haftfähigkeit durch die Anwen-

dung des Staubmittels im Überschuß ausgeschaltet, hier ist auch die Intensität der Wirkung bei den zu vergleichenden Stoffen fast nicht voneinander verschieden. Die physikalische Erklärung kann auch auf den bei dem Salpetersäureextrakt gefundenen höheren Wirkungsgrad angewandt werden. Die Versuche haben damit gezeigt, daß solche Bestandteile des Naaki, die sich durch Ammoniak, Salzsäure und Salpetersäure extrahieren lassen, keine zusätzliche chemische Wirkung auf den Kornkäfer ausüben.

4. Einwirkung des Naaki auf die Nahrungsaufnahme der Kornkäfer. Die Vermutung, daß mit der Nahrung aufgenommene Naakiteilchen am Abtöten der Kornkäfer beteiligt sind, wird dadurch widerlegt, daß bei sorgsamer mikroskopischer Untersuchung des gesamten Verdauungstraktus keinerlei Spuren von Naaki in demselben gefunden werden konnten. Dagegen interessiert hier der Befund, daß mit wachsendem Abstand zwischen Beobachtungszeit und Behandlungszeit in den meisten Fällen Speisereste, die sich mit Jod leicht sichtbar machen lassen, nur noch in den letzten Teilen des Darmes sich befinden, daß also in den meisten Fällen eine Nahrungsaufnahme nach der Behandlung nicht mehr erfolgt. Es ist danach anzunehmen, daß ein langsamer Hungertod der Käfer sich einstellen würde, wenn nicht bereits zuvor das Absterben durch Austrocknung erfolgte. Das Einstellen der Nahrungsaufnahme erklärt sich nach allen hier gemachten Beobachtungen dadurch, daß sich die feinen Staubteile in den Mundwerkzeugen festsetzen und sie schließlich ebenso funktionslos machen wie die Extremitäten.

III. Versuche zur Feststellung der Vermehrung von Kornkäfern in bestäubtem Getreide.

Diese Versuche wurden mit je 400 g Roggen und je 100 Kornkäfern in Gläsern, die mit Gaze zugebunden waren, im Laboratorium ausgeführt. Der Roggen wurde mit einer Naakimenge vermischt, die a) 0,5 %, b) 0,75 % und c) 1,0 % seines Gewichtes entsprach. Während der ersten 6 Wochen des Versuches befand sich die eine der beiden Versuchsreihen in einer Umgebung von durchschnittlich 45 % relativer Luftfeuchtigkeit, die andere von durchschnittlich 60 % relativer Luftfeuchtigkeit. Die Temperatur betrug bei beiden Versuchen 19—20 ° C. Die eingesetzten Käfer wurden nach etwa 60 Tagen, also bevor junge Brut zu erwarten war, entfernt. In dem mit Naaki behandelten Roggen waren zu diesem Zeitpunkt sämtliche Käfer abgetötet. In Übereinstimmung mit dem obigen Befund konnte in diesem Roggen auch nur eine ganz schwache Fraßtätigkeit der Käfer nachgewiesen werden. Die erste Auszählung fand 85 Tage nach Beginn des Versuches statt. Danach wurde weiter bis zum 141. Tage in Abständen von etwa 6 Tagen ausgezählt, darauf der Versuch abgebrochen. Nach dem 114. Tage schlüpfte in dem mit Naaki behandelten Roggen nur noch ein einziger Jungkäfer. Es sind insgesamt geschlüpft:

a) in der trockneren Luft:

bei Behandlung mit ½ % Naaki	8	Käfer
„ „ „ ¾ % Naaki	5	„
„ „ „ 1 % Naaki	9	„
in unbehandeltem Roggen	604	„

b) in der feuchteren Luft:

bei Behandlung mit ½ % Naaki	36	Käfer
„ „ „ ¾ % Naaki	8	„
„ „ „ 1 % Naaki	12	„
in unbehandeltem Roggen	3169	„

Zunächst zeigt sich beim Vergleich der beiden unbehandelten Roggenmengen, daß sich die Käfer in der feuchteren Luft bedeutend stärker vermehrten als in der trockneren. Für unsere Fragestellung ist wichtig, daß durch die Behandlung des Roggens mit Naaki die Vermehrung des Kornkäfers auf ein Minimum herabgedrückt wird. Nur die ganz geringe Zahl von höchstens 12 Jungkäfern konnte sich bei Einstäubung mit ¾ % bezw. 1 % Naaki als Nachkommenschaft von 100 Kornkäfern entwickeln, und dieser Zahl steht die als normal ermittelte von 604 bezw. 3169 gegenüber!

Wenn von Kunike[1]) darauf hingewiesen wird, daß Staubmittel nicht imstande sind, die Brut des Kornkäfers zu vernichten, da sie nicht in Kontakt mit ihr kommen, so muß dem entgegengehalten werden, daß diese Frage dann keine Rolle spielt, wenn die Vermehrung selbst weitestgehend in Schranken gehalten wird, wie das hier der Fall ist. Die wenigen sich entwickelnden Jungkäfer selbst aber sind nicht imstande, eine weitere Generation ins Leben zu setzen. Denn wie in einem Laboratoriumsversuch gezeigt wurde, sind gerade die jungen Käfer besonders empfindlich gegen Staubmittel und werden durch sie in kurzer Zeit abgetötet. Wenn, wie Zacher[2]) angibt, eine Weitervermehrung der Käfer unter normalen Temperaturen frühestens 6 Tage nach dem Auskriechen aus dem Korn eintritt, so ist zur Unterbindung einer zweiten Nachfahrengeneration nur erforderlich, daß die Jungkäfer spätestens in 6 Tagen abgetötet sind. Die ersten Auszählungen in dem Versuch sind von 6 zu 6 Tagen vorgenommen worden, und dabei konnte mit einer einzigen Ausnahme, wo 1 Käfer länger als 6 Tage am Leben blieb, immer wieder festgestellt werden, daß unter der Einwirkung des Naaki die Jungkäfer innerhalb von 6 Tagen abgetötet sind. Daraus ist zu schließen, daß nur in ganz vereinzelten Fällen, die praktisch belanglos sind, eine Weitervermehrung des Kornkäfers in mit ¾ bezw. 1 % Naaki behandeltem Getreide möglich ist.

Dies gilt nicht für die Roggenbehandlung mit nur ½ % Naaki. Wenn hierbei unter den günstigen Bedingungen hoher Luftfeuchtigkeit 36 Jungkäfer gefunden werden konnten, so ist dargetan, daß die Be-

[1]) Kunike a. a. O. S. 34.
[2]) Zacher, Die Speicher-, Vorrats- u. Materialschädlinge 1927, S. 147.

handlung des Getreides mit einer so geringen Menge von Naaki nicht in allen Fällen einen ausreichenden Schutz bietet.

Die hier nachgewiesene Herabminderung der Vermehrung der Kornkäfer nach Behandlung des Naaki ist in zwei Tatsachen begründet: 1. Es sterben die behandelten Kornkäfer bereits nach einigen Tagen ab. Da aber die Weibchen nach Zacher[1]) im Durchschnitt nur 2 Eier, im Höchstfalle 5 Eier am Tage ablegen, können sie sich nur eines Bruchteiles ihres normalen Eiervorrates entledigen. 2. Zur Eiablage muß das Weibchen das Getreidekorn anbohren. Wie jedoch die Fraßtätigkeit infolge des Festsetzens des Naaki in die Mundwerkzeuge herabgemindert wird, ebenso wird wohl auch das Anbohren des Getreidekornes zur Eiablage in den meisten Fällen unmöglich sein. Es ist dagegen nicht anzunehmen, daß eine Behinderung in der Begattung eintritt, da immer wieder auch nach der Behandlung Käfer in Kopulation angetroffen wurden.

IV. Bekämpfungsversuche mit Naaki in größeren Roggenmengen.

Zur Beantwortung der Frage, inwieweit die im Laboratoriumsversuch gewonnenen Ergebnisse auf diejenigen Verhältnisse übertragen werden können, die in der Praxis herrschen, wurden in einem geschlossenen Raum mehrere Versuche mit größeren Mengen eines aus der Praxis zugesandten Roggens mit starkem Kornkäferbefall angestellt. Es fanden für jeden Teilversuch 40 kg dieses Roggens Verwendung. Dieser wurde viermal mit dem Naakizusatz durchgeschaufelt und dann der Getreidehaufen mit einem ca. 5 cm breiten und 2 cm hohen Schutzwall aus Naaki umgeben, um die Abwanderung der Käfer zu verhindern.

Zunächst wurde bei 19 ° C in trockener Luft (50 % relativer Luftfeuchtigkeit) eine Roggenmenge mit $^3/_4$, eine andere mit 1 Gewichtsprozent Naaki vermischt. Schon am nächsten Tage hatten sich in dem Naakischutzstreifen unzählige Käfer gefangen, die nach 2 Tagen zumeist, nach 4 Tagen sämtlich tot waren. Nur wenige völlig mit Naaki bestäubte Käfer vermochten den Schutzwall zu übersteigen. Sie wurden jedoch in den darauffolgenden Tagen regelmäßig tot aufgefunden. 5, 7 und 9 Tage nach der Behandlung wurde durch Stichproben von je 400 g Getreide der Besatz mit Kornkäfern geprüft. Die Auszählung ergab:

bei Behandlung mit $^3/_4$ % Naaki	nach	5	Tagen	24	tote,	2	lebende Käfer
	„	7	„	15	„	2	„ „
	„	9	„	16	„	1	„ „
bei Behandlung mit 1 % Naaki	„	5	„	28	„	2	„ „
	„	7	„	23	„	2	„ „
	„	9	„	29	„	0	„ „

Bei der Auszählung ist zu berücksichtigen, daß es nicht feststellbar ist, ob die lebenden Käfer von Anfang an der Behandlung unterworfen waren, oder ob es sich wenigstens bei einigen um inzwischen neu ge-

[1]) Zacher a. a. O. S. 147.

schlüpfte Jungkäfer handelt. Der Roggen wurde nach der dritten Auszählung eingesackt, und von dem mit 1 % Naaki behandelten Roggen nach weiteren 90 bezw. 120 Tagen wieder Proben genommen. Dabei fanden sich in je 40 g Roggen:

nach 90 Tagen 35 tote, 1 lebender Käfer,
nach 120 Tagen 70 tote, 0 lebende Käfer.

Derselbe Versuch, diesmal jedoch nur unter Anwendung von 1 Gewichtsprozent Naaki, wurde darauf in feuchter Luft bei durchschnittlich 65 % relativer Luftfeuchtigkeit (Schwankungen von 60—80 %) ausgeführt. Die Auszählung ergab:

Nach Tagen:	7	10	13	16	20	28	41	50
Lebende Käfer .	1	4	1	1	1	4	1	0
Tote Käfer . .	16	19	11	13	17	22	19	34

Im Schutzstreifen befanden sich nach 10 Tagen 20 %, nach 13 Tagen 14 % und nach 20 Tagen noch 11 % lebende Käfer. Obwohl auch hier wieder die Möglichkeit der Trübung des Ergebnisses durch neu geschlüpfte Käfer besteht, muß doch wohl angenommen werden, daß sich unter den lebenden Käfern auch alte befunden haben. Dieser Fehlschlag in der Bekämpfung ist hier jedoch dadurch zu erklären, daß sich bei der herrschenden geringen Außentemperatur und der künstlich auf 19 ° C gehaltenen Innentemperatur die feuchte Luft auf dem Fußboden und den unteren Schichten des Getreides niederschlug, so daß hierbei außer der hohen relativen Luftfeuchtigkeit vor allem das Niederschlagswasser die Wirksamkeit des Naaki beeinträchtigte. Aus diesem Grunde wurde angesichts der herrschenden Jahreszeit von weiteren derartigen Versuchen in feuchter Luft abgesehen. Nachdem das Getreide gesackt und in einer Umgebung von durchschnittlich 50 % relativer Luftfeuchtigkeit aufbewahrt worden war, wurden bei der Probenahme 130 Tage nach Beginn des Versuches 20 tote und kein lebender Käfer aufgefunden.

In einem weiteren Versuch, der bei 19 ° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von durchschnittlich 50 % durchgeführt wurde, wurden 2 Roggenhaufen mit 1 % Naaki durchgeschaufelt und 40 cm hoch geschichtet. Der eine von ihnen wurde nach 3 und 6 Tagen umgewendet, während der andere unbewegt liegen blieb. Bei der Auszählung der Stichproben von je 400 g Roggen fanden sich

in dem umgewendeten Roggen	nach	9	Tagen	23	tote.	0	lebende	Käfer
	„	28	„	34	„	0	„	„
in dem unbewegten Roggen	„	9	„	9	„	0	„	„
	„	28	„	15	„	0	„	„

Auch nachdem der Roggen gesackt und nach 90 Tagen neue Stichproben genommen worden waren, konnten keine lebenden Käfer gefunden werden. Hier kam also auch in unbewegtem Getreide die Wirkung des Naaki in vollem Maße zur Geltung.

Ob die Schichthöhe des Getreides auf die abtötende Wirkung des Naaki einen Einfluß ausübt, eine Frage, die gerade im Hinblick auf die Luftfeuchtigkeit, bezw. die Durchlüftung des Getreides von ähnlicher Bedeutung ist wie das Getreidewenden, wurde derart geprüft, daß Kornkäfer in bestimmten Höhenschichten eines Sackes mit Naaki bestäubten Roggens gehalten wurden. Dazu diente ein langes, im Querschnitt rechteckiges Gehäuse (Abb. 7), das an den schmalen Seiten sowie oben und unten Holzwände besaß, die gleichzeitig die Festigkeit vermittelten, während die

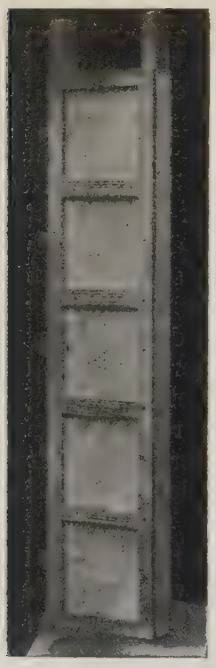


Abb. 7. Kasten zur Beobachtung der Kornkäfer in verschiedener Schichthöhe des Getreides.

Abb. 8. Vor dem Naakischutzwall angesammelte tote Kornkäfer.

breiteren Seiten durch Gazewände nach außen hin abgeschlossen waren. Dieser so hergestellte lange Schacht war durch Querleisten aus Holz in einzelne $10 \times 10 \times 3$ ccm große Kästchen abgeteilt, die völlig voneinander abgeschlossen, bei senkrechter Stellung des Schachtes jeweils um 10 cm verschoben untereinander lagen. Seitliche Öffnungen gestatteten die Füllung der einzelnen Kästchen mit Getreide, das mit 1 % Naaki bestäubt und das zu gleicher Zeit mit 100 Korn-

käfern besetzt worden war. Dieser Schacht wurde nun in den Getreidesack völlig hineingestoßen, so daß je 100 Kornkäfer in einer gewünschten Tiefe des Sackes und infolge der Gazewände auch etwa unter denselben Bedingungen, die außerhalb des Kästchens im Sack herrschten, gehalten wurden. Die Auszählung erfolgte nach 3 und nach 10 Tagen und ergab folgendes Bild: Nach 3 Tagen waren von den Käfern abgetötet in einer Tiefe unter der Oberfläche von 0—10 cm 21 %, von 11—20 cm 35 %, von 21—30 cm 30 %, von 31—40 cm 19 %, von 41—50 cm 22 %. Nach 10 Tagen lebte in allen Tiefenstufen kein einziger Käfer mehr. Es ist demnach kein Einfluß der Schichthöhe des Getreides auf die käfertötende Wirkung des Naaki nachzuweisen. Dieses Versuchsergebnis kann nicht übertragen werden auf Verhältnisse, in denen die äußeren Bedingungen, im wesentlichen Temperatur und Luftfeuchtigkeit, ungünstiger sind, oder die durch größere als hier vorhandene Schichthöhen gegeben sind. Es sprechen ja auch andere als die hier maßgeblichen Gründe für ein flaches Aufschütten und häufigeres Wenden des Getreides, so daß es ferne liegt, aus den beiden hier beschriebenen Versuchen dem widersprechende Folgerungen zu ziehen.

In einem weiteren Versuch wurden 2 × 40 kg verseuchten Roggens mit 1 % Naaki vermischt und sofort wieder eingesackt, davon 1 Sack bei 45 %, der andere bei 60 % relativer Luftfeuchtigkeit gehalten. Bei den Auszählungen nach 21 und nach 33 Tagen wurden in beiden Fällen nur tote Käfer gefunden.

Die Brauchbarkeit eines etwa 5 cm breiten und 2 cm hohen Naakistreifens zur Verhinderung der Abwanderung, bezw. der Zuwanderung des Kornkäfers ist bereits besprochen worden. Abb. 8 zeigt die Unmenge der gefangenen und getöteten Käfer. Wirksam ist ein solcher Wall besonders, wenn seine Wände durch seitliches Andrücken senkrecht und glatt gestaltet werden, wodurch das Übersteigen erschwert, die Bestäubung mit Naaki aber gleichzeitig gefördert wird. Eine ebenso gute Wirkung, die den Vorteil des geringeren Arbeitsaufwandes besitzt, erzielt man, wenn man Naaki in etwa 1/2 m breitem Gürtel dünn um den Getreidehaufen ausstreut. Auch diesen Gürtel können die Käfer nicht überwinden. Zu beachten ist besonders bei der ersten Art des Schutzwalles, daß er in so großer Entfernung von dem Getreidehaufen angelegt wird, daß er beim Wenden des Getreides nicht zerstört wird. Diese Gefahr besteht für den breit angelegten Naakischutzgürtel nur in geringerem Maße.

V. Raumentwesung durch Naakiverstäubung.

Zur Prüfung der Brauchbarkeit des Naaki für eine Raumentwesung wurde der in den oben beschriebenen Versuchen benutzte Raum durch Einstellen von Lattengerüsten und Weidenkörben künstlich mit Schlupfwinkeln ausgestattet und danach durch Ausschütten kornkäferhaltigen Roggens mit Kornkäfern verseucht, nachdem Tür und Fenster gegen

das Abwandern der Käfer gesichert waren. 2 Tage später, als die Verteilung der Käfer über den ganzen $4 \times 4 \times 5$ cbm großen Raum festgestellt worden war, wurde 1 kg Naaki mit Hilfe eines Blasebalges gut verstäubt, so daß der Naakistaub alle Teile des Raumes bedeckte. Der außerordentlich hohe Feinheitsgrad, der sich hierbei auch in der guten Schwebefähigkeit — der Staub hielt sich über 7 Stunden lang in der Luft — zeigte, sorgte dafür, daß sich der Naakistaub auch in allen Ritzen und Winkeln wie ein dünner Hauch niederschlug. Dabei wurden zunächst alle im Raum befindlichen Käfer direkt von dem Naaki betroffen. Darüber hinaus aber mußte jede Bewegung des Käfers ihn

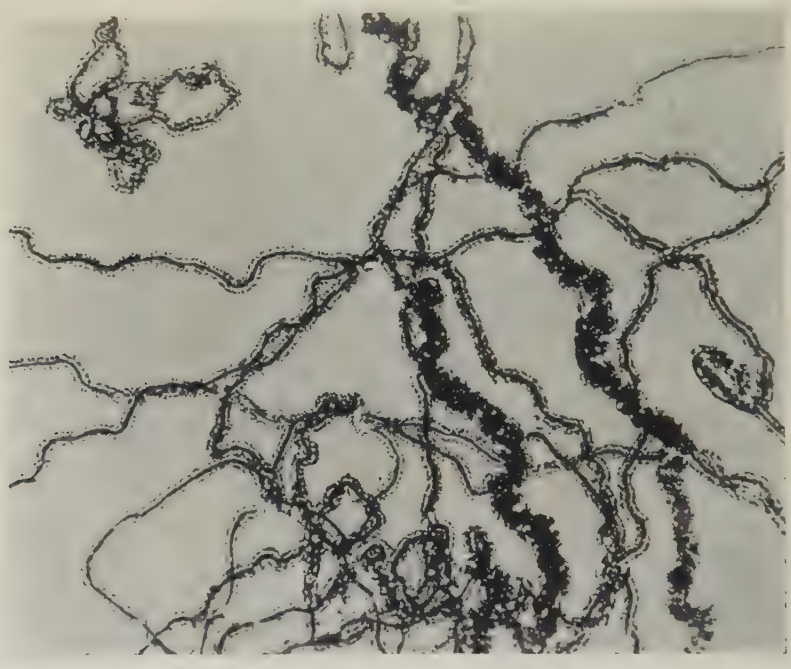


Abb. 9. Laufspuren von Kornkäfern in Naaki. Die breiten Spuren entstanden durch Bewegungen auf dem Rücken liegender Käfer.

immer wieder mit dem überall aufgelagerten Naaki in Verbindung bringen, dies um so mehr, als der Kornkäfer bei der Fortbewegung das Abdomen auf dem Erdboden nachschleift, wie die Gänge, die der Käfer in der hauchdünnen Naakischicht hinterläßt und die in Abb. 9 wiedergegeben sind, auch beweisen. Durch diese Art der Fortbewegung bepudert sich der Kornkäfer immer stärker. Nach 4 Tagen fanden sich in dem Raum keine naakifreien Käfer mehr, die meisten waren nicht mehr imstande, sich fortzubewegen. Nach 7 Tagen waren nur noch wenige an der Zimmerdecke und den Wänden befindliche Käfer am Leben, nach 9 Tagen waren auch diese wenigen tot.

VI. Zusammenfassende Bewertung des Staubmittels Naaki für seine praktische Brauchbarkeit.

Kurz zusammengefaßt ergibt sich aus den zahlreichen Versuchen, deren Ergebnisse durch die Wiederholungen gesichert sind, folgendes Bild von der Wirkungsweise und der Brauchbarkeit des Naaki in der Praxis:

Von den untersuchten Staubmitteln Naaki, gepulvertem Kieselsäurehydrat, Futterkalk, China Clay und Talkum müssen alle außer Kieselsäurehydrat und Naaki als unbrauchbar für eine Kornkäferbekämpfung bezeichnet werden, teils wegen der zu geringen Haftfähigkeit, teils wegen der zu groben Konstruktur, teils wegen einer zu schwachen Wasseradsorption dieser Stoffe. Kieselsäurehydrat scheidet aus ökonomischen Gründen als Bekämpfungsmittel aus, so daß Naaki als einziges der untersuchten Mittel für die Zwecke der Praxis in Frage kommt. Die Wirkungsweise dieses Mittels wird man sich so vorzustellen haben, daß es bei Berührung mit dem Kornkäfer an dessen ganzer Körperoberfläche haften bleibt und besonders auch in die intersegmentaren Einschnitte eindringt. Die Beobachtungen ergaben, daß den Kornkäfern durch Naaki so stark Wasser entzogen wurde, daß sie infolge Austrocknung abstarben. Der kritische Feuchtigkeitsgehalt ihres Körpers wurde bei einer Temperatur von 20° C mit 28—30% bestimmt. Eine Erklärung für den Wasserentzug wird in der Vergrößerung der gesamten Körperoberfläche durch den feinkörnigen Staub gesucht; wir möchten annehmen, daß darüber hinaus noch besonders eine Kapillarwirkung des in den Körpereinschnitten festgepreßten Naaki beteiligt ist. Die Feinkörnigkeit des Staubmittels ist dabei von großer Bedeutung. Die Wasserabgabe ist um so größer, je ungeschützter, d. h. je jünger die Käfer sind. Da das aus dem Käferkörper aufgenommene Wasser sofort wieder an die Luft weitergegeben wird, stellt sich das Wasseraufnahmevermögen des Naaki immer wieder von neuem her. Demnach ist für die Intensität des Wasserentzuges und damit für das Tempo des Absterbens die Trockenwirkung der umgebenden Luft von großem Einfluß. Der Zeitraum bis zum Absterben der Käfer beschleunigt sich mit zunehmender Temperatur und abnehmender Luftfeuchtigkeit. In Laboratoriumsversuchen schwankt unter deren Einfluß die Absterbezeit von 3—20 Tagen. Mit Ausnahme der Extreme ist der Erfolg hier immer ein totaler. Abgesehen von der wasserentziehenden Wirkung hemmt Naaki die Bewegungsfähigkeit der einzelnen Glieder des Käfers, speziell der Mundwerkzeuge. Infolgedessen werden die Fraßschäden an Getreide augenblicklich sehr stark herabgesetzt und — wegen der Eigenart der Eiablage — die Vermehrung auf ein Minimum beschränkt. Die wenigen sich entwickelnden Jungkäfer werden abgetötet, noch bevor sie zur Weitervermehrung schreiten können. Das Entstehen weiterer Käfergenerationen ist darum in mit Naaki versetztem Getreide nicht zu befürchten.

Nach den ausgeführten Versuchen ergibt sich, daß der Erfolg der Bekämpfung ein sehr guter ist, wenn — wie das für fast alle Bekämpfungsmittel gilt — die zur Zeit der Anwendung herrschenden Außenbedingungen günstig sind, d. h. in diesem Falle die umgebende Luft trocken ist, daß er dagegen nicht voll befriedigend ist, wenn das Getreide in feuchter Umgebung lagert oder selbst feucht ist, Verhältnisse, die besonders bei schlechter oder gar falscher Lüftung der Speicher vorliegen. Das Klima übt somit einen weitgehenden Einfluß auf die Wirksamkeit des Naaki aus. Es darf jedoch — eine ordnungsgemäße Speicherwirtschaft vorausgesetzt — nicht unbeachtet bleiben, daß Getreidemengen auf die Dauer nicht in einer feuchten Umgebung gelagert werden können, daß es zum andern Möglichkeiten gibt, auf einem einigermaßen zweckentsprechenden Getreideboden die relative Luftfeuchtigkeit unter der der Außenluft zu halten. Es kann gerade im Zusammenhang mit der Kornkäferbekämpfung durch Staubmittel nicht genug die Durchführung einer richtigen Speicherlüftung betont werden. Besonders muß auf die bekannte Richtlinie hingewiesen werden, bei kaltem Getreide, also in der kalten Jahreszeit, nur nachts zu lüften und den Tag über bei geschlossenen Fenstern die Speicherluft erwärmen zu lassen, da sonst durch Bildung von Niederschlagswasser auf dem Getreide die Wirkung des Staubmittels hinfällig wird.

Auf Grund der positiv verlaufenen Versuche sind wir der Ansicht, daß bei einer guten Speicherwirtschaft das Einstäuben des Getreides mit Naaki vollen Erfolg verspricht, wenn die von der Firma beigegebenen Richtlinien eingehalten werden. Es empfiehlt sich, keinesfalls unter die ausgegebene Menge des Naakizusatzes in Höhe von 1 Gewichtsprozent der zu behandelnden Getreidemengen herunterzugehen, da sonst das Bekämpfungsergebnis besonders bei ungünstigen Luftverhältnissen nur gering sein kann, weil die Weitervermehrung der Käfer unter Umständen nicht genügend behindert wird. Eine gute Vermischung der Getreidehaufen mit dem Zusatz ist erforderlich, ein mehrere Tage danach erfolgendes Wenden des Getreides empfehlenswert. Das Getreide kann nach der Behandlung auch gesackt werden, wenn keine anderen Gründe dagegen sprechen. Zur restlosen Abtötung der Käfer ist der Naakizusatz nicht eher zu entfernen, bis die ganze Brut geschlüpft ist, also je nach Temperatur nicht vor 60—90 Tagen. Am besten wird das Getreide erst kurz vor dem Gebrauch von dem Naaki gereinigt. Der um das Getreide gezogene Schutzstreifen kann entweder in Form eines schmalen (etwa 10 cm), aber ziemlich hohen (etwa 5 cm) Walles mit steilen Wänden oder in Form eines breiten (etwa 50—80 cm), flachen (etwa 1/2 cm) Gürtels angelegt werden. Beide Formen sind wirksam.

Es empfiehlt sich, die Bekämpfung in der warmen Jahreszeit vorzunehmen, zumal im Winter keine Ausbreitung des Käfers zu befürchten ist. Am besten vernichtet man den Käfer schon im Herbst. Wenn dies nicht möglich ist, muß zu Ende des Winters, noch bevor die

Käfer aus der Kältestarre erwachen, die Bestäubung erfolgen, um die Entwicklung einer neuen Generation rechtzeitig zu verhindern.

Es sei hier nochmals auf die besonderen Vorteile dieses Verfahrens hingewiesen. In allen Getreidelagerräumen, bei denen infolge ihrer mangelnden Gasdichte die Bekämpfung der Getreideschädlinge durch gasförmige Mittel unmöglich ist, d. h. in der Mehrzahl aller bäuerlichen und kleingenossenschaftlichen Lagerhäuser, bietet nach den heutigen Erfahrungen Naaki den besten Schutz gegen Kornkäferbefall. Dieser Schutz ist ein um so vollkommenerer, als er ein Dauerschutz ist, d. h. ein Neubefall mit Käfern ist nach einer einmaligen Behandlung, sofern das Stäubemittel in dem Getreide verbleibt, ausgeschlossen. Hierin sind Stäubemittel allen Gasmitteln überlegen, denn bei letzteren besteht immer die Gefahr, daß nach der Behandlung eine Neuinfektion erfolgt. Die völlige Ungiftigkeit des Naaki, sowie die Möglichkeit, es vor dem Vermahlen im Aspirateur fast vollständig, in der Wäsche gänzlich wieder beseitigen zu können, sind weitere Vorteile dieses Mittels.[1]) Die Frage, ob bei mangelhafter Entfernung des Naaki infolge Erhöhung des Aschengehaltes des Mehles die Backfähigkeit sich verschlechtert, dürfte heute verneint werden. Futtergetreide verlangt vor dem Verbrauch keine intensive Reinigung. Es ist die Meinung ausgesprochen worden, daß die Keimfähigkeit von Getreide nach langer Berührung mit Naaki leide. Dies ist nicht der Fall. Wir haben Keimprüfungen bei Roggen vorgenommen, der vom 3. Dezember 1934 bis 10. Mai 1935 mit 1 % Naaki bestäubt war. Die Keimfähigkeit dieses Roggens betrug 87 %, während derselbe Roggen unbehandelt zu 85 % keimte. Bei der Aussaat lief der behandelte Roggen gleichzeitig und ebensogut auf wie der unbehandelte.

Lediglich eine Schwierigkeit rein händlerischer Art entsteht beim Verkauf mit Naaki bestäubten Getreides; durch die Bestäubung mit Naaki wird das Hektolitergewicht des Getreides um etwa 4—5 Punkte vermindert. Da heute die Preisfestsetzung für Mahlgetreide nach dem Hektolitergewicht erfolgt, sinkt mit Naaki behandeltes Getreide im Preis. Es ist jedoch leicht einzusehen, daß das Hektolitergewicht kein glücklich gewählter Maßstab für den wirklichen Wert des Getreides ist, daß eine Wertminderung des Kornes durch die Behandlung mit Stäubemitteln nicht erfolgt ist. Wenn es nun feststeht, daß bei Bestäubung des Getreides mit Stäubemitteln große Werte des Volksvermögens und bedeutende Anteile an unserer Ernährungsgrundlage vor dem Verderben gerettet werden können, so kann es nicht angehen, daß durch rein formale Gesichtspunkte die Sicherung der gefährdeten Getreidemengen verhindert wird.

Naaki kann mit Erfolg auch zur Raumentwesung verwandt werden. In die erreichbaren Spalten des Fußbodens und in andere Schlupfwinkel

[1]) Während des Druckes ist eine Reinigungsmaschine konstruiert worden, die eine völlige Beseitigung des Naaki aus dem Getreide bewirken soll.

wird dabei Naaki eingestreut, die übrige Menge des Mittels durch Verstäuber irgendwelcher Art fein verstäubt, bis der ganze Raum von dem feinen Staub dicht erfüllt ist. Als Richtlinie für die zu verwendende Menge bei der Verstäubung gelte etwa 1 kg je 150 qm Oberfläche. Es ist bei dieser Arbeit das Anlegen einer Atemmaske anzuraten. Vor der Verstäubung muß jedoch der Speicher gründlichst von allen Resten und dem gröbsten Staub gesäubert sein, da sonst die Gefahr besteht, daß der Kornkäfer in Staub oder Kornresten nicht mit dem Naaki in Berührung kommt. Infolge der hohen Schwebefähigkeit und des außerordentlichen Feinheitsgrades des Naaki gelangt es bei sorgfältiger Verstäubung in sämtliche Ritzen und Winkel und bildet auf allen Flächen einen feinen Überzug. Die Kornkäfer bepudern sich darum selbst bei jeder Bewegung von neuem mit Naaki. Es ist notwendig, diesen feinen Naakiüberzug länger als 8 Tage zu belassen und während dieser Zeit ihn unter Vermeidung von Luftzug und allzu häufigem Betreten des Speichers zu schonen.

Eine Empfehlung des Staubmittels Naaki zur Kornkäferbekämpfung — immer betrachtet als zusätzliche Maßnahme zu den unbedingt notwendigen Speichersäuberungen und unter der Voraussetzung richtiger Speicherlüftung — kann um so eher gegeben werden, als die Rentabilität des Verfahrens außer Frage steht. Bei dem heutigen Zentnerpreis des Naaki von 4 RM belaufen sich die reinen Materialkosten der Entseuchung von 100 dz Getreide auf nur 8 RM, während bei mittlerem bis starkem Käferbefall ein Verlust von 10 sogar 25 % der Substanz entstehen kann, was einem Geldverlust von etwa 160—400 RM entspricht. In dieser Rechnung ist die Qualitätsverminderung des Getreides noch nicht einmal berücksichtigt. Zu bedenken ist vor allem, daß keinerlei Anlagen zur Durchführung der Bestäubung notwendig sind.

Syntomaspis eurytomae nov. sp., eine Chalcide mit gemischter Ernährung im Larvenstadium.

Von

E. W. Puzanova-Malysheva.

(Schutzforst „Wald am Worsklafluß".)

(Mit 8 Abbildungen.)

Die Mehrzahl der Hautflügler ist im Larvenstadium vollständig hilflos sowohl im Sinne der selbständigen Gewinnung von Futter als auch im Sinne der Fortbewegung und des Selbstschutzes. Dieser hilflose Zustand der Larven wird durch ein entsprechendes Verhalten und die Brutvorsorge der erwachsenen Insekten kompensiert. In Übereinstimmung damit, ob die Larven carnivor sind, oder ob sie sich von Pflanzenkost ernähren, ändert sich auch das Verhalten des Muttertieres. Wenn andererseits die Larve unter bestimmten Bedingungen ihre Lebensgewohnheit ändert, so muß dies auch im Evolutionsprozeß auf das Verhalten des Muttertieres einwirken. Der Prozeß des Übergangs von einer Ernährungsform der Larve zur anderen (Zoophagie, Phytophagie u. dgl.) ist noch nicht genügend aufgeklärt, deshalb sind die Fälle von besonderem Interesse, in welchen eine zweifache Ernährungsform beobachtet wird, teils tierische, teils vegetabilische Kost in ein und demselben Entwicklungsstadium der Larve. Unter diesen Bedingungen kann eine Ernährungsform der Larve (welche mit einem bestimmten Verhalten ihres Muttertieres im Zusammenhang steht) in eine andere Ernährungsform übergehen, die Zoophagie in die Phytophagie und umgekehrt. Es ist mir gelungen, einen derartigen seltenen Fall bei einer Schlupfwespe zu beobachten, welche sich als eine neue Art der Gattung *Syntomaspis* (Fam. *Torgymidae*) erwiesen hat, die ich als *S. eurytomae* bezeichnete (Abb. 1).

In der großen Gruppe der Schlupfwespen der Überfamilie *Chalcidoidea* sind die sich von Pflanzenkost ernährenden Formen verhältnismäßig selten, noch seltener kommen aber Formen mit gemischter Ernährung vor. So sind, nach den Angaben des Schrifttums (Crosby, 1909), (Gahan, 1922) unter fünfundeinhalbtausend der beschriebenen Chalcidoideaarten nur drei oder vier Arten bekannt, die sich von ge-

mischter Kost ernähren: *Eurytoma* sp. (nach Nielsen, 1906), *Isosoma inquilinum* (nach Rimsky-Korsakow, 1914), *Eurytoma parva* (nach Phillips, 1927) und *Syntomaspis amelanchieris* (nach Cushman, 1918).

In bezug auf die letzte Art, welche zur selben Gattung gehört wie die von mir untersuchte Art, besteht eine gewisse Undeutlichkeit. Cushman (1918) beobachtete in den Samen von *Amelanchier canadensis* zwei Larvenformen: bei der ersten sind die Kiefer gezackt, bei der zweiten ohne Zacken. Aus denselben Samen wurden ferner zwei Chalciden gezüchtet: *Megastigmus amelanchieris* Cushm. und *Syntomaspis amelanchieris* Cushm. Das Ausschlüpfen derselben aus den Samen fand aber nicht gleichzeitig statt: die erste schlüpfte Ende Mai aus und legte ihre Eier ab, als die Beeren der Futterpflanze *(Amelanchier canadensis)* noch nicht reif waren und der Samen ein gallertartiges Aussehen hatte; die zweite schlüpfte um drei Wochen später aus und legte ihre Eier in die schon reifenden Beeren derselben Pflanze mit erhärteten Samen ab. Zu dieser Zeit befand sich die Nachkommenschaft der ersten *(Megastigmus amelanchieris)* schon auf dem Stadium einer beinahe erwachsenen Larve.

Abb. 1. *Syntomaspis eurytomae* nov. sp. ♀.

Die genannten Beobachtungen haben Cushman zur Vermutung veranlaßt, daß *S. amelanchieris* auf *M. amelanchieris* parasitiert. Diese Vermutung wurde später durch den Befund im Samen, aus welchem *S. amelanchieris* geschlüpft war, des Larvenexuviums mit Mandibeln ohne Zacken und der zusammengeschrumpften Larven mit gezackten Mandibeln bestätigt. Direkte Beobachtungen in bezug auf die Ernährung von *S. amelanchieris* fehlen somit, und es ist nicht genau bekannt, ob dies ein Parasit oder ein pflanzenfressendes Insekt ist, oder ob es sich im Larvenstadium von gemischter Kost ernährt. Gahan (1922, S. 40) hält diese Art auf Grund der soeben geschilderten Angaben für zweifelhaft pflanzenfressend: „doubtfully phytophagus, at least sometimes parasitic on *Megastigmus*." Es ist interessant, zu erwähnen, daß bei der von mir beobachteten Art *Syntomaspis eurytomae* nov. sp., eine ganze Reihe von parallelen Erscheinungen mit der von Cushman beschriebenen *Syntomaspis amelanchieris* beobachtet wird, was in gewissem

Maße dazu Veranlassung gibt, auch *S. amelanchieris* als eine Schlupfwespe mit gemischter Ernährung aufzufassen.

Im Frühjahr 1928 fand ich (Gebiet Kursk) beim Öffnen der am Erdboden im Garten überwinterten Pflaumenkerne, zwecks Aufsuchens der Larven von *Eurytoma amygdali* (Puzanowa-Malysheva, 1930) Larven, die sich von den Larven von *E. amygdali* etwas unterschieden. Aus diesen neuen Larven schlüpfte eine Schlupfwespe aus, welche sich als eine neue Art — *Syntomaspis eurytomae* — erwies.

In bezug auf die Lebensweise der von mir beobachteten *Syntomaspis eurytomae* liegen im Schrifttum, allem Anschein nach, gar keine Hinweise vor. In bezug auf die übrigen Vertreter der Syntomaspisgattung ist es bekannt, daß *S. druparum* sich auf Kosten der Apfelsamen entwickelt (Mokrzecki, S., 1906; Crosby, 1909), das *S. pubescens* die Birnensamen schädigt (Pjatakowa und Großheim, 1928), daß *S. amleanchieris* Cushm. auf *Megastimus amelanchieris* parasitiert, welcher an den Samen von *Amelanchier canadensis* (Cushman, 1907) lebt, daß *S. aucupariae* aus den Samen von *Sorbus aucuparia* gezüchtet wurde (Gahan, 1922).

Die von mir im Pflaumenkern gefundene Larve von *S. eurytomae* sah der äußeren Gestalt nach der Larve von *E. amygdali* sehr ähnlich, so daß es schwer war, die beiden Arten mit unbewaffnetem Auge voneinander zu unterscheiden. Im Sommer 1931 gelang es mir, nur sieben Larven von *S. eurytomae* (bis zum 26. Mai) zu finden. Die erste von ihnen verwandelte sich in eine eigenartige Puppe, welche der Puppe von *Eurytoma amygdali* gar nicht ähnlich war (Abb. 2) (Puzanowa-Malysheva, E. W., 1930, S. 177). Später verpuppten sich allmählich auch die übrigen sechs Larven. Das Puppenstadium dauerte von 24 bis zu 35 Tage, wobei sich alle sieben Puppen als Weibchen erwiesen. Das Benehmen letzterer erinnerte an die Gewohnheiten von *Euryptoma amygdali;* Männchen von *S. eurytomae* fand ich im Sommer 1931 gar nicht; ich beobachtete auch keine Eiablage. Die im Zuchtkasten, im Garten an den Ästen der Pflaumenbäume eingesetzten Weibchen verhielten sich träge und ihre Anwesenheit lockte die Männchen aus dem Freien nicht an, wie dies bei *E. amygdali* beobachtet wurde. Die Eröffnung des Abdomens der Weibchen zeigte sich, daß die Ovarien bei ihnen noch unentwickelt waren, und es war schwer, die Form der Eier festzustellen.

In den Pflaumenkernen, in welchen sich die Larven von *S. eurytomae* entwickelten, gelang keinerlei Feststellung, die auf die Zoophagie dieser Larven hinweisen könnte. In ihnen waren nur Exkremente und Wurmfraß vorhanden, welche von dem Pflaumenkern zurückgeblieben waren. Außerdem fand ich im August noch eine Larve von *S. eurytomae* in einem Pflaumenkern der Ernte des Jahres 1930. Trotz des sorgfältigen Suchens wurden auch hier gar keine Reste des Wirtstieres nachgewiesen. Auf Grund der geschilderten Angaben kam ich damals zur

Schlußfolgerung, daß *S. eurytomae* sich von vegetabilischer oder von gemischter Kost ernährt.

Im Frühjahr 1932 begann ich wieder nach Larven von *S. eurytomae* zu suchen. Obschon die Pflaumenernte im Jahre 1931 desgleichen nicht groß war, ebenso wie im Jahre 1930, kamen in den Kernen der Ernte des Jahres 1931 häufiger Bewohner vor als in den Kernen aus dem Jahre 1930. In den Kernen aus diesem Jahre war nur 1 % von Kernen vorhanden, die von *E. amygdali* infiziert waren, in der Ernte des Jahres 1931 kamen schon 2—3 % vor.

Im Frühjahr 1932 öffnete ich über 2000 Pflaumenkerne, wobei es mir gelang, mehrere Dutzend *Syntomaspis eurytomae* teils im Larvenstadium, teils im Puppenstadium zu finden. Dieses lebende Material

Abb. 2. Puppen:
links: *Syntomaspis eurytomae*.
rechts: *Eurytoma amygdali*.

Abb. 3. Erwachsene Larve von *Syntomaspis eurytomae* im Pflaumenkern.

wurde beinahe ausschließlich aus den runden Kernen von *Prunus insititia* erhalten; in den größeren Kernen der früheren und späteren Pflaumensorten und in den flachen Kernen von *Prunus insititia* kommt *S. eurytomae* überhaupt nicht vor. Außerdem wurde *S. eurytomae* nur in den Kernen aus dem Jahre 1931 gefunden; in älteren Kernen kam sie gar nicht vor. Dieser Umstand und die Tatsache, daß sämtliche mir zur Verfügung stehenden Larven (36 Stück) sich verpuppten, machte die Schlußfolgerung möglich, daß *S. eurytomae* nicht im Laufe von zwei oder einer größeren Zahl von Jahren diapausiert, wie dies bei *Eurytoma amygdali* der Fall ist, sondern den ganzen Entwicklungszyklus im Laufe eines Jahres abschließt.

Wie bereits erwähnt wurde, gleicht die überwinternde Larve von *S. eurytomae* sehr der Larve von *E. amygdali* (Abb. 3); sie ist ebenso groß, 5—6 mm lang, milchig-weiß gefärbt, ohne Füße, dick, am vorderen und hinteren Ende zugespitzt; sie besteht aus 13 Segmenten, an welchen zu beiden Seiten, vom 2. bis zum 11. Segment, 10 Stigmenpaare angeordnet sind, und liegt ebenso, sichelförmig gebogen im Pflaumenkern. Nur bei sorgfältigerer Untersuchung und noch besser mit Hilfe des Binokularmikroskops kann man sehen, daß sie in dorsoventraler

Richtung ein wenig zusammengedrückt ist und daß sie keine merklichen Seitenvorsprünge aufweist, die für die erwachsene Larve von *Eurytoma amygdali* (l. c. 1930) charakteristisch sind. Außerdem ist der Körper der Larve von *S. eurytomae* ebenfalls von undichten hellen Härchen bedeckt, diese Härchen sind aber hier ein wenig länger. Am Kopf kann man mehrere einzelne, symmetrisch angeordnete Härchen und Antennenrudimente unterscheiden. Die Oberkiefer der Larven dieser Chalciden unterscheiden sich aber stark voneinander: bei *S. eurytomae* sind die Kiefer nicht gezackt, einfach, ohne zweite Zacke an der Innenseite, wie dies bei der Larve von *Eurytoma amygdali* der Fall ist. Die Kiefer von *Syntomaspis eurytomae* sind also, der Form nach, den Oberkiefern der Larven von *S. druparum* und *S. amelanchieris* Cush. (Cushman, 1916, Abb. 5, 7, 1917), und von *Isosoma rossicum* nach Rimsky-Korsakow, 1914, ähnlich. Der maxillenlabiale Lappen ist schwach angebildet und ragt in der Form eines Polsters nicht vor.

Die Verpuppung findet Ende Mai statt, wobei das Puppenstadium von 24—27 Tagen dauert. So schlüpfte aus der am 29. Mai verpuppten Larve das Männchen am 25. Juni, aus der am 30. Mai verpuppten Larve schlüpfte das Weibchen am 24. Juni, später am 11. Juni bis 5. Juli, am 10. Juni bis 4. Juli.

Die Puppen des ♂ und ♀ unterscheiden sich stark nach der äußeren Gestalt. Die Puppe des Weibchens ist ein wenig größer als diejenige des Männchens, sie hat eine lange Legeröhre, welche den ganzen Rücken umbiegt und sogar ein wenig vor dem Kopf hervorsteht (l. c. 1930). Am ersten Tage nach der Verpuppung sind die Puppen des ♂ und ♀ milchigweiß, an ihnen sind die Antennen, Flügel und Beine deutlich unterscheidbar, die an den Körper festgedrückt sind. Am anderen Tage nach der Verpuppung erhält der ganze Körper eine gelbe Färbung, am 9. bis 10. Tage beginnen sich die Augen zu pigmentieren, am 15.—16. Tage wird der ganze Körper dunkel, wobei er eine glänzende, schillernde Färbung erhält.

Der Ausflug der Imago dauert etwa zwei Wochen lang. So erhielt das erste Männchen von dem ganzen gesammelten Material am 16. Juni Flügel, das erste Weibchen wurde am 24. Juni, die letzten wurden am 5. Juli und 6. Juli beflügelt.

Um aus dem Kern ins Freie zu gelangen, nagt *S. eurytomae,* ähnlich wie *E. amygdali,* ein Flugloch durch die Kernwand. Diese Arbeit erfordert 2—4 Tage, wobei viele Individuen im Kern zugrunde gehen, ohne das Flugloch durchbohrt zu haben. Ich fand mehrmals im Garten in alten Kernen tote *S. eurytomae,* die halb vermodert waren und deren Kopf sich an dem bis zum Ende nicht durchgenagten Loch befand. Derartiger Opfer ihrer Wiege zählte ich in meinem Material bis zu 30 % (Männchen); die Zahl der zugrunde gegangenen Weibchen war ein wenig geringer. Die Antennen und die Legeröhre werden nicht sofort von der Puppenhaut befreit, sondern erst nach dem endgültigen Verlassen des Kernes. Wenn man aber das Insekt vor dem Durchbohrungsprozeß

aus dem Kern herausnimmt, so vergehen 3—4 Tage bis zur vollständigen Befreiung der Antennen und der Legeröhre von der Puppenhülle. Die in Zündhölzchen- oder Zigarettenschachteln aus Pappe gebrachten Individuen nagten desgleichen Fluglöcher durch, wobei die erste Schachtel im Laufe von $1^1/_2$—2 Tagen, die zweite in 4 Tagen durchbohrt wurde. Wenn man das aus dem Kern geschlüpfte Insekt zum zweitenmal in eine Schachtel oder in einen Kern bringt, so versucht es nicht mehr, ein neues Loch nach außen zu bohren; wenn man es nicht befreit, geht es zugrunde.

Die Gewohnheiten der erwachsenen *S. eurytomae* sind denjenigen von *E. amygdali* sehr ähnlich. Sie verbleiben ebenfalls an der Unterfläche der Blätter; sie machen ebenso große, stürmische Sprünge, gleichsam als ob sie flattern. Den Augenblick der Eiablage konnte ich nicht beobachten, aus Gründen, die ich später anführen werde.

Die in Zuchtkästen gebrachten Weibchen, die im Garten an Pflaumenzweigen mit jungen Früchten angebracht wurden, verhielten sich träge, saßen meist unter den Blättern; nach 3—5 Tagen fand ich dieselben tot. Die Eröffnung des Abdomens sowohl eines soeben geschlüpften Weibchens, als auch eines im Laufe mehrerer Tage im Zuchtkasten verbliebenen Weibchens zeigte, daß sie unentwickelte Ovarien aufweisen, die Form des Eies war noch schwer zu bestimmen. Die Männchen aus dem Freien erscheinen desgleichen nicht an dem Zuchtkasten mit den gefangenen Weibchen, wie dies bei *E. amygdali* beobachtet wurde. Zwar war das Wetter zu dieser Zeit äußerst ungünstig: beinahe täglich regnete es, häufig mit Hagel und Sturm, und die Temperatur sank ziemlich stark ab.

Nach jedem starken Regen zeigten sich im Zuchtkasten tote Männchen und Weibchen. Nur einmal, am Morgen, etwa um 9 Uhr, bei stillem, warmem Sonnenwetter bemerkte ich neben einem der Zuchtkästen mit den Weibchen ein schwebendes Männchen. Es ließ sich bald auf ein Blatt in der Nähe des Kastens nieder, welcher ein 4 Tage altes Weibchen enthielt, bald flog es wieder auf. Bald fing ich das Männchen in ein kleines Reagenzglas ein und brachte es in den Zuchtkasten. Nach einem 10 Minuten langen unruhigen Hin und Herlaufen im Kasten begegnete es dem Weibchen. Anschließend fand die Kopulation statt, die etwa 2 Minuten lang dauerte; nachher liefen ♂ und ♀ unruhig an den Wänden des Zuchtkastens hin und her, wobei sie gleichsam einen Ausgang suchten. Auf die jungen Pflaumenfrüchte ließ sich das Weibchen nicht nieder. Mit anderen Worten fand die Eiablage hier nicht statt. Bald begann ich zu bemerken, daß die Individuen, welche eine Reifungskost aus Honigwasser oder Zuckersirup (die mit flüssigem Honig oder Sirup getränkte Watte wurde unter die Wand des Zuchtkastens gelegt) erhielten, im Zuchtkasten länger lebten als diejenigen, welche ohne Futter blieben. So lebten einige Weibchen in den Zuchtkästen bis zu 16 Tagen, die Männchen lebten aber, trotz der Ernährung, nicht länger als 8 Tage.

Das sorgfältige Suchen im Freien der Imago von *Syntomaspis eurytomae* war resultatlos, wenn man den schon beschriebenen Fall der Begegnung eines schwebenden Männchens nicht zählt.

Die Eröffnung sämtlicher jungen Früchte der Pflaumen aus den Zuchtkästen, in welchen die Weibchen saßen, ergab keine positiven Resultate; in ihnen war kein einziges Ei vorhanden, die Pflaumenkerne blieben vollständig gesund. Folglich fand in den Zuchtkästen keine Eiablage statt.

Bei der Eröffnung der toten Weibchen, die Futter erhielten und eine Woche lang und länger lebten, gelang es mir in den Ovarien derselben völlig entwickelte Eier zu finden und die Form derselben festzustellen.

Abb. 4. *Syntomaspis eurytomae* ♀. Geschlechtsorgane: *a* saure Drüse, *b* alkalische Drüse. *Pag. Sag.* Anhangsdrüsen (primäre und sekundäre). *Ov.* Ovarium.

Die Ovarien von *S. eurytomae* (Abb. 4) haben 4—5 Eiröhrchen mit je 10—15 Eiern in jedem, die von verschiedener Größe sind; in jedem Röhrchen ist am Ausgang aus dem Eileiter ein großes Ei sichtbar, welches langgestreckt, ungestielt ist und dem Ei von *E. amygdali* gar nicht ähnlich ist.

Vom Ende des Juli an, ergab die tägliche Eröffnung von je hundert grünen Früchten verschiedener Pflaumensorten gar nichts, außer den Larven von *E. amygdali.*

Erst am 27. Juli ist es mir zum erstenmal gelungen, ein Ei von *S. eurytomae* (Abb. 5) zu finden, welches an der Seite einer gelähmten Larve von *E. amygdali* befestigt war, die sich, wie es scheint, auf dem dritten oder vierten Entwicklungsstadium befand und 4,4 mm lang war. Letztere lag in einem halb ausgenagten, schon harten und weißen Kern einer Pflaume, die bei weitem noch nicht reif war, aber eine beinahe holzige, feste Schale um diesen Kern aufwies. Die Larve von *E. amygdali* lebte, was an den schwachen, seltenen, aber rhythmischen Be-

wegungen ihrer Segmente erkennbar war. Das Ei von *S. eurytomae* lag auf dem zweiten und dritten Segment der Larve, es war nicht angeklebt und ließ sich leicht mit einer Nadel entfernen, oder bewegte

Abb. 5. Ei von *Syntomaspis eurytomae* am Körper der Larve von *Eurytoma amygdali.*

Abb. 6. Ei von *Syntomaspis eurytomae.*

sich selbständig bei der Wendung des Larvenkörpers (Abb. 5, 6). Die Färbung des Eies ist milchig-weiß, die Form spindelförmig mit zwei großen Fortsätzen am vorderen und hinteren Ende, wobei das vordere beinahe zweimal so groß ist wie das hintere. Beim Ausschlüpfen aus dem Ei tritt zuerst der Larvenkopf hervor, nämlich am langen Hauptfortsatz des Eies, ebenso wie bei *E. amygdali.* Daraus (und aus der Lage des Eies in der Eiröhre) kann man die Schlußfolgerung ziehen, daß das Ei während der Ablage mit dem hinteren Ende aus dem Körper austritt, wobei dieses Ende mit einem kurzen Fortsatz versehen ist. Die Länge des Eies zusammen mit dem Fortsatz beträgt 1,1 mm, die maximale Breite 0,1 mm.

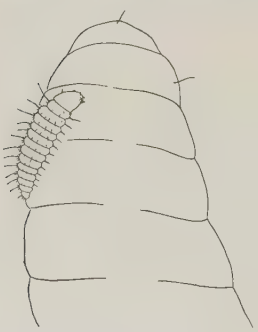


Abb. 7. Soeben ausgeschlüpfte Larve von *Syntomaspis eurytomae* am Körper der erwachsenen Larve von *Eurytoma amygdali.*

Nach dem Ausschlüpfen der Larve bleibt die Eihülle in Gestalt eines weißlichen Klümpchens größtenteils am Körper als Opfer zurück. die soeben aus dem Ei geschlüpfte Larve ist weiß, durchscheinend, aus 13 Segmenten, ohne den Kopf zu rechnen (Abb. 7). Der ganze Körper ist von mikroskopisch kurzen Börstchen dicht bekleidet. Unter diesen letzten treten lange Härchen hervor, welche in sechs Reihen angeordnet sind, die sich längs des ganzen Körpers, vom ersten bis zum letzten Segment, hinziehen. Der Kopf ist chitinisiert, vorne, über den Mundteilen, an der Stirn sind zwei Höckerchen — die rudimentären Antennen — und einige Paare symmetrisch angeordneter Börstchen zu sehen. Mundteile haben die Gestalt eines Saugnapfes, welcher ein wenig

nach vorne hervortritt und mit einem Paar einfacher, ungezackter Kiefer in der Mitte versehen ist. Die Larve ist sehr beweglich, nach dem Austritt aus dem Ei kriecht sie rasch an ihr unbewegliches Opfer heran und saugt sich bald an dessen Körper fest, wobei sie demselben fest anliegt. Dank der Halbdurchsichtigkeit der Larve ist es leicht, die peristaltischen Bewegungen ihres Darmes zu beobachten. Wenn man sie durch einen kleinen Stoß beunruhigt, so kriecht sie rasch von ihrer Stelle weg, läuft ein wenig weiter und saugt sich an einer neuen Stelle an. Wenn man sie aber vom Körper ihres Opfers wegnimmt, so bleibt sie nicht ruhig liegen, sondern läuft rasch fort, wobei sich ihr Körper wie bei den Spannerraupen biegt: sie hält sich mit dem Saugnapf fest, stellt das Hinterende an denselben heran, und bewegt sich auf solche Weise fort.

Abb. 8. Larve von *Syntomaspis eurytomae* vom zweiten Stadium am Körper von *Eurytoma amygdali*.

Die soeben ausgeschlüpfte Larve ist 0,5 mm lang und 0,1 mm dick. Sie wächst sehr schnell; schon nach einem Tage beträgt ihre Länge 1,2 mm. Die erste Häutung tritt am 3.—4. Tage ein; nach der Häutung erhält die Larve ein ganz anderes Aussehen. Die sechs Reihen von langen Härchen fehlen ihr, der Körper ist dicker geworden, sie ist weniger beweglich und ist im allgemeinen ihrem erwachsenen Stadium ähnlich (Abb. 8).

Bei der Untersuchung der Larven von *Eurytoma amygdali* fand ich mehrmals je 2—3 und sogar 6 Eier an einem und demselben Opfer. In einigen Fällen kamen je 2—3 Larven von *S. eurytomae* von gleichem Alter an einer und derselben Larve von *Eurytoma amygdali* vor. In diesen letzten Fällen befand sich nur eine einzige Larve des Parasiten in gutem Zustand, die übrigen gingen, augenscheinlich, zugrunde. Es ist interessant, daß in zwei Fällen sich an einer gut aussehenden, beweglichen Larve von *E. amygdali* eine träge leblose Larve des zweiten Stadiums von *Syntomaspis eurytomae* befand. Möglicherweise war die Larve des Parasiten in diesen Fällen von der Wirtslarve, welche vom Parasiten nicht befallen wurde, beschädigt worden.

Die Ernährung des Parasiten an der Wirtslarve dauert im ganzen etwa 12 Tage. Die Wirtslarve wird restlos aufgefressen. Neben dem Parasiten sind gar keine Reste derselben vorhanden. Nachdem die Larve von *E. amygdali* aufgefressen ist, ernährt sich *S. eurytomae* schon nicht mehr von Tierkost, sondern beginnt die Hälfte des Pflaumenkerns zu nagen, welche von der Larve von *E. amydali* zurückgeblieben ist. Nach der Beendigung der Ernährung mit dem Pflaumenkern, wobei auch ein Teil der Schale desselben aufgefressen wird, verfällt die Larve von *S. eurytomae* bis zum folgenden Frühjahr in einen Ruhezustand (Diapause).

Aus dem Geschilderten ersehen wir, daß *Syntomaspis eurytomae* zur Anzahl der seltenen Schlupfwespen gehört, die sich im Larvenstadium von gemischter Kost ernähren. Wenn wir uns vorstellen, daß die Ernährungsperiode am Körper der Wirtslarve sich auf Kosten der längeren Ernährung mit dem Pflaumenkern verlängert hätte, so würden wir einen Übergang zur phytophagen Form erhalten, bei umgekehrten Verhältnissen könnte man die Zoophagie beobachten. Diese und jene Umwandlung der Ernährungsweise findet, allem Anschein nach, unter natürlichen Bedingungen bei den Schlupfwespen in der Tat statt.

Syntomaspis eurytomae n. sp.

Weibchen:

Körperlänge 5,0—5,7 mm, Thoraxlänge 2,1—2,5 mm; Länge des Abdomens 2,2—2,8 mm; Oripositor 8,0—9,2 mm.

Der ganze Körper ist metallisch grün gefärbt mit einem starken kupferroten Schiller; er ist von kurzen hellen Härchen bekleidet, welche aus punktförmigen Vertiefungen hervortreten und am ganzen Körper, außer dem glatt polierten 1. Abdominalsegment, verteilt sind. Die Antennenbasis ist durch eine kantige Mittellinie abgetrennt, welche nach hinten verläuft. Der Stiel der Antennen ist gelb gefärbt, das Distalende desselben ist von dunkler Färbung. Die Flagellen der Antennen sind dunkel gefärbt und von sehr kurzen, dunklen Härchen bekleidet. Der Kopf ist vorne abgerundet; die Breite desselben ist ein wenig größer als die Länge. Die unregelmäßig-runzelige Skulptur des Gesichtsteils ist feiner und zarter, als am Scheitel und Nacken. Der Clypeus ist schwach abgesondert, mit glattem Vorderrand. Die Härchen, welche den Kopf bekleiden, sind am Gesichtsteil und am Mundrand stärker ausgebildet. Der Thorax ist oben von dichten Härchen bekleidet, scharf punktiert; das Pro- und Mesonotum sind dicht quer- und schrägrunzelig. Die Mesapleuren unter und über der Pleurallinie sind unbehaart und poliert. Das Propodeum ist im mittleren Teil zwischen den Stigmen glänzend, unregelmäßig runzelig. Die Coxen sind von derselben Färbung wie der Thorax; die Trochanteren, Ternora und Tibien sind gelb gefärbt; das letzte Tarsalglied ist dunkel gefärbt. Die Flügel sind rauchfarben. Abdomen mit einem stärkeren kupferroten Schiller, als der Thorax, poliert, mit einer schwachen netzförmigen Skulptur, mit einzelnen Härchen, vornehmlich am Rand der Segmente. Das erste Segment des Abdomens ist glatt und unbehaart. Der Ovipositor ist länger als der Körper.

Männchen:

Körperlänge 3,5—4 mm; Thoraxlänge 1,6—2 mm, Länge des Abdomens 1,5 bis 1,8 mm. Das Männchen sieht dem Weibchen ähnlich aus, die hinteren Oberschenkel sind aber nicht gelb, sondern von derselben Färbung, wie der übrige Körper. Antennen sind länger beborstet (Abb. 3).

Die beschriebene Art, *S. eurytomae*, steht den äußeren Merkmalen nach nahe zu *S. druparum*, von welchem sie sich aber durch eine Reihe von wesentlichen Merkmalen unterscheidet. So hat bei *S. druparum* (nach Crosby, 1909) das Weibchen eine Körperlänge von 3—3,5 mm, Thorax 1,3—1,6 mm, Abdomen 1,7 mm, Eiröhre 4 mm, wobei die relative Länge der Eiröhre kleiner ist als bei *S. eurytomae*. Die Färbung des Körpers von *S. druparum* ist metallisch-grün, ohne kupferroten Schimmer. Beim Männchen beträgt die Körperlänge 2,75 mm, der Thorax 1,4 mm, das Abdomen 1,2 mm.

Zusammenfassung.

1. *Syntomaspis eurytomae* nov. sp. lebt im Larvenstadium in Pflaumenkernen *(Prunus insititia L.)*, die von *Eurytoma amygdali* Enderlein infiziert sind (E. V. Puzanowa-Malysheva) (1930).

2. Der Ausflug der Imago beginnt im letzten Drittel des Juni und dauert etwa zwei Wochen.

3. Das Ei von *S. eurytomae* wird in den Kern einer großen, aber noch unreifen Frucht abgelegt, in deren Innerem sich die beinahe erwachsene Larve von *E. amygdali* befindet. Das Ei wird auf den Körper des Opfers abgelegt, welches vorher, allem Anschein nach, gelähmt wurde (Abb. 5, 6).

4. Die soeben ausgeschlüpfte Larve von *S. eurytomae* ist sehr beweglich; ihre Bewegungen ähneln den Bewegungen einer Spannerraupe. Sie ist durchsichtig weiß, mit sechs Reihen von langen Haaren versehen, zwischen denen mikroskopisch kurze Börstchen angeordnet sind. Körperlänge bis 0,5 mm (Abb. 7).

5. Die erste Häutung findet 3—4 Tage nach dem Verlassen des Eies statt. Die Larve des zweiten Stadiums sieht ganz anders aus. — Sie ist unbehaart und wenig beweglich (Abb. 8).

6. Die Larve von *S. eurytomae* frißt im Laufe von 12 Tagen ihr Opfer — die Larve von *E. amygdali* — auf, um darauf zu Pflanzenkost überzugehen — sie frißt die Reste des Pflaumenkerns auf, welche von der Larve von *E. amygdali* zurückgelassen waren.

7. Die erwachsene Larve von *S. eurytomae* überwintert im Pflaumenkern, ohne einen Kokon zu bilden (Abb. 3).

8. Im letzten Drittel des Mai verwandelt sich die Larve in eine Puppe (Abb. 2). Das Puppenstadium dauert 24—27 Tage.

Literatur.

Mokrzecki, S., 1906, Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise von *Syntomaspis pubescens* Först, *druparum* (Boh.) Thoms. *(Hymen, Chalcididae)*. Ztschr. f. wissenschaftl. Insektbiol. II, S. 390—392.

Rodzianko, W. N., 1907, Commentatio de Torymidis, quarum larvae in seminibus Pomacearum vitam agunt. Bull. Scienc. Nat. Moscou.

Crosby, C., 1909. On certain seed-infesting chalcis flies. (Cornell Univ. Agr. Exper. St. Bull. 265, p. 368.)

Portchinsky, J. A., 1912, Le sorbier *(Sorbus aucuparia)* et le pommier dans nos jardins par rapport aux insectis nuisibles qui les habitent. Arbeiten d. Bureaus f. Entomologie St. Petersburg.

Rimsky-Korsakow, M. N., 1914, Les isosomes des céréales et leurs parasites. Arbeiten d. Bureaus f. Entomologie St. Petersburg.

Cushman, R. A., 1916, *Syntomaspis druparum*, the apple-seeds chalcid. J. of Agric. Research. V. VII, N. II. Dep. of agr. Washington, D. C., December II.

— — 1917, Two new chalcids from the seeds of amelanchier. Proc. of the Entom. Soc. of Washington, Vol. XIX, Nos 1—4, pp. 79—86.

Gahan, A. B., 1922, A list of phytophagous chalcidoidea with description of two new species. Proc. of the Ent. Soc. Washington V. 24 No. 2, February.

Hubber, L. L., 1927, A taxonomic and ecological review of the North American Chalcid flies of the genus *Callimomae*. Proc. v. s. Nat. Mus. Washington 70 art. 14, 2663, p. 114, 4 pls.

Phillips, W. J., 1927, *Eurytoma parva* (Girault) Phillips and its biology as a parasit of the wheat jointworm *Harmolita tritici* (Fitch.). Journ. Agr. Res. Washington XXXIV, pp. 345—358.

Großheim, N. A., and Pjatakova, V. L., 1928, A preliminary list of orchard pests of Mleev experiment station district (1923—1927). Bull. of Mleev. Horticultural exper. station.

Puzanova-Malysheva, E. W., 1930, On the habits of *Eurytoma amygdalis* End., a pest of plumms (With 13 figs). Revue Russe d'Entom. XXIV, 1930, 3—4.

— — 1934, *Asphondylia prunorum* Wachtl (Diptera, Cecidomyidae) und deren Pilzgallen am Pflaumenbaum. Ztschr. f. angew. Entom. Bd. XXI, H. 3.

Der schwarze Fichtenbastkäfer, Hylastes cunicularius Er.

Von

Karl Eckstein, Eberswalde.

Hylastes cunicularius Er. ist ein in Fichtenrevieren wohlbekannter Käfer, dem man im allgemeinen wenig Beachtung schenkt. Während der letztvergangenen 50 Jahre ist kein stärkeres Auftreten in Deutschland in der Fachliteratur bekanntgegeben worden. Nur die Nachrichten v. Bergs, v. Hollebens aus dem Jahre 1845 und Fürsts von 1877 sind im Schrifttum verzeichnet. In den Forstzoologischen Lehrbüchern und in jenen über Forstschutz wird der schwarze Fichtenbastkäfer meist im Anschluß an die Ausführungen über *Hylastes ater* behandelt, bezüglich dessen man reichere Erfahrungen gesammelt zu haben scheint.

Man muß bei *cunicularius* den Fortpflanzungsfraß der Mutterkäfer mit anschließendem Larvenfraß von dem Ernährungsfraß der Jungkäfer und jenem der Altkäfer, sowie deren Regenerationsfraß unterscheiden.

Der Fortpflanzungsfraß der Mutterkäfer, d. h. die Anlage der Brutgänge, findet — laut Literaturangaben — in den nach dem Abtrieb im Boden befindlichen Stöcken, in flachstreichenden oder in zutageliegenden Wurzeln statt, ferner in den absterbenden Wurzeln stehender Fichten, und ebenso in den noch nicht abgestorbenen Wurzeln der infolge von Pilzschäden und Borkenkäferfraß dürr gewordenen Fichten. Er findet aber auch in den Wurzeln lebender Pflanzen statt, zumal wenn diese kränkeln, und ganz besonders, wenn anderes Brutmaterial fehlt. Als außergewöhnliche Brutstätten werden angegeben die Nähe des Wurzelknotens 6—8jähriger Fichten, die Wurzeln einer 30jährigen Fichte, die oberirdischen Teile der Stubben, und als ganz seltene Ausnahme wird das Brüten in einer einzelnen jungen Fichte bezeichnet.

Allgemein gesagt, sind es demnach vorzugsweise die unterirdischen Baumteile, an welchen das Brutgeschäft stattfindet.

Aus Spessivtseffs Versuchen geht hervor, daß die Wurzeln vorjähriger Stubben bevorzugt werden. Altum sagt: eine Fortpflanzung der zweiten Generation des Vorjahres auf den Entstehungsflächen ist bei unseren wirtschaftlichen Verhältnissen als Ausnahme zu betrachten. Bei Stockrodung, zumal auf Fichtenschlagflächen, wo selbst mehr oder weniger frischbleibendes Blutmaterial vorhanden zu sein

scheint, werden diese jetzt „zweijährige" Schlagflächen von *cunicularius* wahrscheinlich noch zum drittenmal mit Eiern belegt.

Aber noch fehlen genaue Angaben über die den Käfern genehmen Eigenschaften des Blutmaterials, denn die in vorstehender Zusammenstellung genannten Brutstätten — tote, absterbende, verletzte, gesunde Wurzeln, gesunde Pflanzen in verschiedenem Alter — sind derartig ungleichartig, daß man aus ihnen nicht allgemein entnehmen kann, welche Beschaffenheit geeignetes Brutmaterial hat.

Die Tatsache, daß der Käfer gefälltes Holz als Brutstätte wählt, scheint in Vergessenheit geraten zu sein. Opel (1869) nennt solches an erster Stelle, Nördlinger hat die Anlage von Muttergängen in Fichtenfangbäumen bereits Ende August 1847 beobachtet, während Eichhoff (1881) die Eiablage an liegendem Stammholz bestreitet, wogegen Henschel (1895) „die Entwicklung der Brut unter der Rinde frisch geschlagener starker Mittelhölzer" feststellt. Spessivtseff (1934) hat durch sorgfältig angestellte Versuche das Brüten an im Bestand liegenden Fichtenstämmen und senkrecht im Boden stehenden und in anderen nur flach eingegrabenen Fichtenknüppeln festgestellt. Dem von Trägårdh und Butovitsch (1935) erstatteten Bericht über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer ist die interessante Feststellung zu entnehmen, daß auch im Wald aufgestapeltes Holz, das, um es vor tierischen und pflanzlichen Feinden zu schützen, versuchsweise mit Moos und Reisig bedeckt war, zur Eiablage auch in den oberen Schichten benutzt wurde.

Hervorgehoben zu werden verdient, daß *cunicularius* den Fichtenwurzeln folgend mit seinen Muttergängen tief in den Boden eindringt.

Der 6—8 cm lange Muttergang wird als einfacher einarmiger Längsgang beschrieben, er kann gerade oder geschwungen sein, mit sporn- oder stiefelförmigem Anfangshaken. Diese von Eichhoff und Løvendal charakteristisch abgebildete kurze, nahe dem Einbohrloch liegende Ausbuchtung dürfte als Rammelkammer zu deuten sein, welche Erklärung Bargmann für das ganz ähnliche Anfangsstück des *Hylesinus piniperda*-Muttergangs gibt.

Im Muttergang fand Eichhoff wie bei *piniperda* regelmäßig 2 Käfer.

Die in ihrem Anfangsstück senkrecht von dem Muttergang abzweigenden Larvengänge sind nur zunächst deutlich. Die verhältnismäßig große Zahl, bis 60, der in einem Muttergang entstehenden Larven zwingt diese zum völligen Verbrauch allen Nährmaterials, so daß nicht wie bei anderen Borkenkäfern die Fraßgänge als solche durch wenigstens ganz dünn stehenbleibende Teile getrennt sind. Die befressenen Wurzeln lassen später einzelne Larvengänge nicht mehr erkennen, vielmehr findet sich zwischen Rinde und Holz ein gleichmäßig mit Bohrmehl erfüllter Raum. Ein Familienfraß, wie etwa bei *Ips laricis*, findet aber nicht statt.

Die Frage, ob nur Bast oder auch Rindenteile und gar noch der Splint von den *cunicularius*-Larven verzehrt wird, ist aus den vorliegen-

den älteren Angaben nicht festzustellen. Spessivtseff sagt ausdrücklich, daß die Larvengänge, die im Gegensatz zum Muttergang nicht den Splint angreifen, vorzugsweise innerhalb der Rinde genagt werden, wo auch die Verpuppung stattfindet.

Brut- und Ernährungspflanze ist die Fichte. Doch sind auch Douglasie (Løvendal), Lärche (Tretl, Sedlaczek), Kiefer (Saalas, Sedlaczek) und Picea pungens (Barbey) in seltenen Fällen angenommen worden.

Eine Beschreibung der Larve geben Spessivtseff und Eichelbaum.

Der Reifungsfraß der Jungkäfer, worunter der Fraß bis zur ersten Eiablage verstanden werden muß, erfolgt nicht wie etwa bei *typographus* an derselben Stelle, wo der Larvenfraß stattgefunden hat, sondern an Stöcken, stärkeren Wurzeln, an der Unterseite liegender Stämme, an Brutknüppeln und, wie Spessivtseff betont, besonders an vorjährigen Stubben, ebenso auch an jungen Pflanzen.

Das Fraßbild des Ernährungsfraßes in saftiger Rinde zeigt einzelne kurze Gänge, oft mit seitlichen Abzweigungen.

Der Ernährungsfraß von Altkäfern, der wohl auch Regenerationsfraß sein kann, ist im Gegensatz zum Reifungsfraß bisher festgestellt worden bei dem langlebigen *Hylobius abietis* und anderen Rüsselkäfern, bei *Monochamus galloprovincialis* und anderen Cerambyciden, bei Scolytiden, und am bekanntesten bei *Hylesinus fraxini, Myelophilus piniperda* und *minor*.

Spessivtseff gelang es zu zeigen, daß ein Ernährungsfraß auch der Altkäfer für den schwarzen Fichtenbastkäfer in Frage kommt und mit seiner außerordentlich großen Langlebigkeit in Zusammenhang steht. Dieser Ernährungsfraß findet statt an ober- und unterirdischen Teilen junger Pflanzen, weshalb der Käfer mit Recht von Escherich als sehr bedeutungsvoller Fichtenkulturschädling bezeichnet wird. In der Literatur wird er, wie einleitend gesagt ist, häufig übergangen, weil der Ernährungsfraß mit jenem des gleichzeitig auftretenden *Hylobius abietis* meist verwechselt wird. „Dieser befrißt nur oberirdische Pflanzenteile in scharf begrenzten, freilich auch oft zusammenhängenden Fraßplätzen, die aber auch in diesem Falle als Einzelfraßstellen zu erkennen sind. Der Fraß des Bastkäfers beginnt im Gegensatz dazu an unterirdischen Teilen der Pflanzen, denn er entrindet solide in erheblicher Ausdehnung die starken Wurzeln und steigt in gleicher Weise das Stämmchen entrindend an demselben empor, er rückt fressend gleichmäßig weiter, seine Wurzelzerstörungen sind weit intensiver und reichen tiefer in die Wurzelpartien herab als die des *H. ater* an Kiefern; namentlich werden die Hauptwurzeln befressen", sagt Altum.

Heimgesucht werden Pflanzen im Alter von 3—10 Jahren.

Zurzeit liegen mir Nachrichten über einen verderblichen Fraß aus Schleswig vor. Die Hauptstelle für Pflanzenschutz in Kiel teilte mir darüber folgendes mit: „Eine Ödlandfläche von 13 ha war mit Erfolg

durch Fichtenpflanzung aufgeforstet worden. Die heranwachsenden Fichten sind zwischen 1918 und 1932 in mehr oder weniger dichter Folge geschlagen worden, die Stubben blieben im Boden. Im Jahre 1932 war die ganze Fläche bis auf einige Restbestände, die noch jetzt stehen, abgetrieben. Der Besitzer begann mit der Neupflanzung der Fichten zum Zweck der Heranzucht von Weihnachtsbäumen. Das Pflanzenmaterial wurde im Oktober/November 1933 aus einer Baumschule bezogen, und zwar handelte es sich um 3—4jährige, 20—45 cm hohe verschulte Fichten. Die Pflanzung erfolgte in geschlossenem Verband in Reihen von 1 m Abstand zwischen den Reihen und 1 m Abstand innerhalb der Reihe. Die Reihen wurden dabei so gegeneinander verschoben, daß die Pflanzen in Blickrichtung senkrecht zu den Reihen auf Lücken standen. Die gesamte Fläche war also durchweg gleichmäßig mit jungen Fichten bepflanzt. Der Boden ist einmal umgebrochener Heidesand. Zwischen den Fichten steht der übliche Graswuchs derartiger Sandböden, im besonderen wohl Aira und floristisch verwandte Gattungen. Die jungen Fichten zeigten während des Sommers 1934 einen sehr guten Entwicklungsstand. Anfang November 1934 wurde in zunehmendem Umfang ein Gelbwerden der Nadeln an vielen Pflanzen beobachtet. Ein ziemlich hoher Prozentsatz der befallenen Pflanzen dürfte kaum noch zu retten sein, da die Käfer die Rinde des oberirdischen Schosses und des Wurzelhalses an vielen Bäumchen schon stark weggefressen haben. Sie sitzen zurzeit (8. Dezember 1934) teils oberirdisch, teils in den oberen Bodenschichten am Wurzelhals und Sproßgrund."

Einer späteren Nachricht vom 7. Januar 1935 zufolge sind nur 12 % der 1933 gepflanzten Fichten dem Schädling zum Opfer gefallen. Man hat die toten Pflanzen herausgerissen und 1934 die Lücken alsbald wieder neu bepflanzt und ebenso unmittelbar neben der befallenen Fläche weitere 145 000 Fichten zum Teil auf Böden, in denen noch Wurzeln und Stöcke, wahrscheinlich von dem vorvorjährigen Einschlag, stehen. Die von der Hauptstelle für Pflanzenschutz gemachten Vorschläge zur Bekämpfung oder Vermeidung weiteren Schadens hat der Besitzer abgelehnt.

Dieser Bericht bestätigt die Angabe Döbners, der von *cunicularius* sagt: „er lebt wie *ater*, und frißt selbst im Winter bei lauem Wetter dicht über dem Wurzelknoten die Rinde junger 4—8jähriger Pflanzen."

In Deutschland ist die Generation als eine doppelte festgestellt. Der Käfer erscheint im März bis Mai, legt Ende März, Anfang April Eier. Die Larven fressen von Mitte April bis Anfang Juni. Die Puppen finden sich in der zweiten Junihälfte. Die Jungkäfer erscheinen und fressen im Juli und August, in der zweiten Julihälfte legen sie Eier und verschwinden. Im August und September fressen die Larven der zweiten Generation, die sich Anfang Oktober verpuppen und Ende Oktober Käfer liefern, die überwintern. Dabei wird angenommen, daß die im

Frühjahr erscheinenden Käfer nach der bald erfolgenden Eiablage noch weiterfressen, und etwa zur Zeit, wenn ihre Nachkommen sich bald verpuppen, sterben, daß dann im Juli und August eine zweite Generation erscheint, die bis Anfang September verschwindet. Die im Oktober erscheinenden Käfer fressen nach dieser Darstellung im Herbst nicht mehr und erscheinen nach der Überwinterung im März.

Den Käfern wird nach diesem Schema (vgl. Nitsche) vor der Eiablage jeder der beiden Generationen ein kurzer Fraß zur Entwicklung der Zeugungsprodukte zugeschrieben; ein Regenerationsfraß findet nicht statt, sondern nur ein Ernährungsfraß der Käfer bis zu deren bald erfolgendem Tod.

Die Unterlagen für diese Darstellung finden sich bei v. Holleben, Eichhoff, Nördlinger, Heß und Nitsche.

v. Holleben sagt: „Ich ordnete an, daß aus einem ganz entfernten Distrikte des Forstes Fichten-, Tannen- und Kiefernwurzeln aller Dimensionen von soeben abgeschlagenen ganz gesunden Stämmen gegraben, beigebracht und nächst den Kulturen, welche das Insekt verheert hatte, 4—6 Zoll tief in die Erde vergraben wurden. Die einzelnen Stellen, wo die Wurzeln vergraben lagen, ließ ich durch Pfähle bezeichnen. Die in die Erde vergrabenen Wurzeln, von welchen vom Monat Juni an alle 14 Tage einige ausgegraben wurden, gaben folgende Resultate: In der ersten Hälfte des Monats Juni bemerkte man Bohrlöcher und in deren weiterem Verfolg den Anfang von Gängen; in den Gängen selbst meist Paare von Insekten, jedoch nichts, was einer Rammelkammer ähnlich sah. Die Gänge waren meist gerade, die Wurzeln entlanglaufende und bis auf den Splint gehende. Anfang Juli gewahrte man schon Larven. Die Larven schienen sich von den in den Wurzeln zurückgebliebenen Säften zu nähren, indem sie, abweichend von den Larven der übrigen Borkenkäferarten, besondere Gänge nicht machten. Die Hauptgänge waren ungefähr 2 Zoll lang und konnten etwa 50 bis 60 Larven aufnehmen. Ende Juli hatten sich die Larven teilweise schon, aber nicht allgemein, zu vollkommenen Insekten, zu Käfern, anfangs von lichtbrauner Farbe, ausgebildet.

Der Fichtenbastkäfer lebt ausschließlich auf der Fichte, verschmäht ältere Bestände ganz, sowohl als Aufenthalt wie auch als Brutort; wird in größerer Anzahl nur den jüngsten Kulturen, namentlich den Pflanzungen, verderblich, brütet unter der Erde in zurückgebliebenen Wurzelresten, brütet nur einmal im Jahr."

Aus dieser Darstellung ergibt sich, daß die im Boden überwinternden Käfer das dargebotene Brutmaterial benutzten und Ende Juli die Jungkäfer erschienen.

Hierzu hat man Stellung genommen.

Eichhoff sagt: „Seine Frühlingsschwärmzeit fällt in den April oder Mai und er brütet an den Fichtenstöcken und Wurzeln und wohl auch, wenn letztere fehlen, an jüngeren Fichtenpflanzen in der Nähe des Wurzelknotens. Die Entwicklung der ersten Generation ist wohl bis zum Juli beendigt. Um diese Zeit aber, und schon vorher, findet man die frisch entwickelten Käfer in Copula, und bald nachher wieder frisch angelegte Muttergänge. Daß diese Sommerbrüter von der heurigen ersten Generation herrühren, läßt sich an der oft noch helleren Färbung derselben erkennen. Gegen Ende August bis Oktober hat sich der größere Teil dieser zweiten Brut wieder zu Käfern entwickelt, welche meist an ihren Geburtsstätten überwintern. Da man überwinternde Puppen und Larven auch bei *cunicularius* findet, scheint auch bei ihm eine mögliche dreifache Gene-

ration durchaus nicht ausgeschlossen zu sein. Doch dürfte wenigstens im rauheren Gebirge doppelte Generation Regel sein."

Heß sagt: „Die Verpuppung der ersten Generation geht im Juni/Anfang Juli vor sich, bis Ende Oktober hat wenigstens der größere Teil der zweiten Generation sich wieder zu Käfern entwickelt."

Nördlinger fand im Juli ein Paar in der Rammelkammer und Ende August die Anlage von Muttergängen.

Nitsche gibt an: „Je nach Lage und Klima ist im Vorsommer, sicher aber im Juli die erste Generation beendet und fliegt aus, um sofort auf der gleichen Schlagfläche zur Fortpflanzung zu schreiten."

Nitsche betont also den Einfluß der klimatischen Verhältnisse. Aus der Bemerkung von Heß kann man den Schluß ziehen, daß nicht alle Käfer der zweiten Generation ihre Entwicklung im Herbst durchlaufen, sondern daß manche Exemplare als Larven überwintern. Nichts spricht dagegen, daß die von Eichhoff aus Analogieschlüssen angenommene Verpuppung im Juli eine auch solcher Larven ist, die bereits einmal überwintert haben, denn die Überwinterung von Larven hebt er hervor und glaubt daraus auf eine dritte Generation schließen zu dürfen.

Damit wäre auch für Deutschland die Überwinterung von Larven als möglich und vielleicht wahrscheinlich hingestellt.

Es kommt hinzu, daß noch niemand in Deutschland während der Monate November bis März nach Larven gesucht hat.

Der Nachweis, daß die im Juni zur Verpuppung kommenden Larven ausschließlich zu einer im Frühjahr entstehenden Generation (Eiablage im März/April) gehören, ist noch nicht erbracht. Es ist vielleicht anzunehmen, daß wie in Schweden die im Juli aus Eiern entstehenden Larven wenigstens zum Teil ein ganzes Jahr leben, sowohl im Herbst, wie im Frühjahr fressen, und dann sich verpuppen. Dieser Schluß ist zulässig, da man bei den Untersuchungen im Wald jedesmal anderes Material in die Hand nehmen mußte, während Spessivtseff durch seine Versuchsreihen die einzelnen Generationen verfolgen konnte.

Das Auftreten des *cunicularius* in Schleswig sollte zur Klärung dieser Frage Gelegenheit bieten.

Der durch Anregung zur Bekämpfung forstschädlicher Raupen vom Luftschiff oder Flugzeug aus bekannte Fortsmeister Zimmermann in Schleswig-Lürschau hatte es liebenswürdigerweise übernommen, während der Winter- und Frühjahrsmonate auf den vom schwarzen Fichtenbastkäfer befallenen Flächen nach Larven zu suchen. Er berichtete mir am 23. April 1935, daß es ihm nicht möglich gewesen sei, den Besitzer der Anlage zu veranlassen, ihm die wichtige Untersuchung an Ort und Stelle zu ermöglichen, so daß der Versuch, die Angaben von Spessivtseff an norddeutschen Verhältnissen zu überprüfen, vorläufig zurückgestellt werden muß.

Da die außerordentliche Langlebigkeit der Käfer ebenfalls von Spessivtseff nachgewiesen ist, trage ich kein Bedenken, daraus zu folgern, daß der Fraß, der sich von Juli ab bemerkbar macht, nicht

nur von Jungkäfern, sondern auch von Altkäfern nach ihrer ersten Fortpflanzung als Regenerationsfraß und Ernährungsfraß herrührt.

Die Generation müßte demnach in Deutschland nach seitheriger Annahme Eichhoffs und Nitsches eine doppelte oder, wie Altum anfangs annahm, eine einjährige sein, wenn die Käfer sich alsbald fortpflanzen oder gar eine zweijährige, wenn die Fortpflanzung erst nach der Überwinterung der Käfer stattfindet.

Da die Käfer nach Spessivtseff auch noch ein zweites Mal überwintern, kommt es dann auch noch zu einer Geschwisterbrut.

Geschwistergenerationen stellte auch Nunberg im Freien und ebenso bei gezüchteten Tieren fest.

Daß man aus den Feststellungen des Auftretens als Ei, Larve, Puppe oder Käfer nicht auf die Generation schließen kann, habe ich für *Dendroctonus micans* nachgewiesen. Die Eier dieses Käfers werden gefunden von Mai bis August, Puppen von Juni bis September und Larven sowie Käfer im ganzen Jahre. Man vergleiche auch, was Glück sagt.

Nach dem Schema von Nitsche soll im Juni kein Fraß bemerkbar sein, die Käfer der ersten Generation sollen Ende Mai verschwinden, und die neue Generation mit ihrem Fraß 4 Wochen später einsetzen. Man ist offenbar zu dieser Aufstellung gekommen, weil man an der doppelten Generation — denn zu Zeiten Eichhoffs und Nitsches bewegte die Generationsfrage die Gemüter sehr stark — festhielt, so daß sich Altum, der erst eine einjährige Generation annahm, sich schließlich auch zu einer doppelten bekannte. Man wußte damals noch nichts von der großen Langlebigkeit der Käfer.

Auch die Frage der Überwinterung ist noch zu klären. Die Überwinterung soll Literaturangaben zufolge stattfinden in der Erde und an der Rinde der Stubben und an Wurzeln. Interessant wäre es, wenn hätte festgestellt werden können, wo die Käfer, die noch im Dezember in Nordschleswig an jungen Pflanzen gefunden wurden, jetzt nach Eintritt des Frostes das Winterquartier aufgesucht haben. Leider sind meine wiederholten Fragen und meine Bitte um Untersuchungsmaterial unbeantwortet geblieben.

Aus den Versuchen Spessivtseffs geht mit Sicherheit hervor, daß in Schweden die Käfer zur Überwinterung die Wurzeln und Stubben und ebenso die Kloben verlassen und in den Boden gehen.

Als Bekämpfungsmittel sind vorgeschlagen:

1. Auslegen von Fangrinden, Reisigbündeln. Die Arbeit des Absuchens muß sehr sorgfältig ausgeführt werden, sie ist daher mühsam und teuer.
2. Ziehen von Fanggräben. Die Käfer, die unter normalen Verhältnissen des Nahrungserwerbes wegen in den Boden gehen, werden aus den Gräben in diesem verschwunden sein, noch ehe das der Kleinheit der Tiere wegen geradezu undurchführbare Sammeln erfolgt.

3. Das Ausheben der von fressenden Käfern befallenen und sich deshalb verfärbenden jungen Fichten mit Ballen, um die daran sitzenden Käfer zu fangen. Auf die dabei anzuwendende Vorsicht ist in der Literatur hingewiesen.
4. Vorbeugende Stock- und Wurzelroden bald nach dem Einschlag, um den Käfern das Brutmaterial zu nehmen. Diese Arbeit ist erfolglos, weil die Käfer mangels derselben an den Wurzeln auch gesunder, älterer oder jüngerer Fichten brüten.
5. Rechtzeitiges Roden der Stöcke, Stubben und Wurzeln zum Zweck der Vernichtung der Larven, nämlich dann, wenn diese den Käfern das geeignete Brutmaterial geboten haben. Das ist nach Spessivtseff der Fall unter den in Schweden herrschenden Verhältnissen und biologischen Bedingungen im zweiten Jahr nach dem Einschlag. Für Deutschland muß die Frage durch Versuche geprüft werden.
6. Eingraben von Fangkloben zur Vernichtung der Brut.
7. Kultur der Schlagfläche im zweiten Jahr nach dem Abtrieb durch Saat oder im vierten Jahr durch Pflanzung, wenn die Ergebnisse der schwedischen Versuche für Deutschland bestätigt werden.

Zusammenfassung.

1. Das Brutgeschäft findet vorzugsweise an unterirdischen Pflanzenteilen statt, die Eigentümlichkeiten, welche sie als Brutmaterial geeignet machen, sind noch genauer zu erforschen.

2. Der Käfer brütet auch in gefälltem Holz.

3. Außer Fichte werden selten auch andere Nadelhölzer als Brutpflanze angenommen.

4. Die langlebigen Käfer sind monogam.

5. Ein Weibchen legt bis 60 Eier.

6. Der Reifungsfraß erfolgt nicht an der Brutstätte.

7. Die große Langlebigkeit bedingt einen wiederholten Ernährungsfraß der Käfer, der tief bis in die Wintermonate fortgesetzt wird, an ober- und unterirdischen Teilen junger Pflanzen von 3—10 Jahren.

8. Die Generation ist in Deutschland doppelt, in Schweden zweijährig.

9. Die Käfer überwintern im Boden, angeblich auch unter loser Rinde an Stubben.

10. In Schweden überwintern alle Larven.

11. Geschwisterbruten finden statt.

12. Die bisherigen Bekämpfungsmaßnahmen genügen nicht den neuzeitlichen Anforderungen.

Literatur.

Altum, B., Forstzoologie. III. Insekten, Käfer S. 268—273. Berlin 1881.

— — Zur Vertilgung der wurzelbrütenden Hylesinen und des großen braunen Rüsselkäfers auf den Kiefernkahlschlagflächen. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1887, Bd. 19, S. 393—400.

— — Waldbeschädigungen durch Tiere und Gegenmittel S. 244. Berlin 1889.

Barbey, A., Traité d'Entomologie forestière. Paris 1925.

Bargmann, Die Gänge des *Myelophilus (Hylesinus) piniperda* L. im stehenden Holze. Naturwiss. Ztschr. f. Land- u. Forstwiss. 1907, V, S. 500—502.

Baudisch, Über *Hylastes cunicularius* Er. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1901, 27, S. 509—511.

v. Berg, Die Resultate der Forstverwaltung des hannov. Harzes von 1836 bis einschl. 1840. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1843, S. 150.

Danckelmann, Die Waldverheerungen durch den Orkan vom 12. Febr. 1894. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1897, Bd. 29, S. 529—559.

Dingler, M., Schutz gegen Tiere. In Heß-Beck: Forstschutz 1927, 5. Aufl., S. 306—308.

Döbner, E. Ph., Handbuch der Zoologie Bd. II, S. 151. Berlin 1862.

Eckstein, K., Forstliche Zoologie S. 420. Berlin 1897.

— — Die Technik des Forstschutzes gegen Tiere 2. Aufl., S. 131. Berlin 1915.

— — Der Riesenbastkäfer *Hylesinus (Dendroctonus) micans* Kug. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1904, Bd. 36, S. 243—249.

— — Käferschaden. Forstl. Naturwiss. Ztschr. 1898, Bd. 7, S. 182—188.

Eichelbaum, F., Die Larven von *Xylechinus pilosus* Ratzb. und von *Hylastes cunicularius* Er. Allg. Ztschr. f. Entomologie 1903, Bd. 8, S. 60—70.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. II, S. 619—622. Berlin 1923.

Eichhoff, W., Die europäischen Borkenkäfer S. 83—85. Berlin 1881.

Ferrant, Die schädlichen Insekten der Land- und Forstwirtschaft. Luxemburg 1911.

Fürst, Auftreten des *Hylesinus cunicularius* (Fichtenbastkäfer). Allg. Forst- u. Jagdztg. 1877, S. 184.

Glück, Das Auftreten des *Hylesinus micans* im Kgl. Forstreviere Neupfalz, Regierungsbezirk Coblenz. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1876, Bd. I, S. 385 bis 391.

Henschel, G., Die schädlichen Forst- und Obstbaum-Insekten 3. Aufl., S. 134 bis 135. Berlin 1895.

Heß, R., Der Forstschutz 3. Aufl., S. 378—380. Leipzig 1898.

— — Der Forstschutz 4. Aufl., S. 249—252. Bearbeitet von R. Beck. Leipzig 1914.

Heß-Beck, Forstschutz. Bd. I: Schutz gegen Tiere von M. Dingler. S. 306 bis 308. Neudamm 1927.

Holleben, v., Einiges über das Verhalten des Fichtenbastkäfers, *Hylesinus cunicularius* Kn. Tharandter Jahrbuch 1845, Bd. 2, S. 41—50.

Judeich und Nitsche, Lehrbuch der Mitteleuropäischen Forstinsektenkunde Bd. I, S. 452 ff. Wien 1895.

Koch, R., Bestimmungstabellen der Insekten an Fichte und Tanne nach den Fraßbeschädigungen 2. Aufl., S. 17 und 105. Berlin 1928.

Løvendal, E. A., De Danske Barkbiller S. 110—113. Kjøbenhavn 1898.

Loos, K., Beobachtungen über Borkenkäfer. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1913, Bd. 39, H. 8/9, 10 S.

Nördlinger, Lebensweise von Forstkerfen. Nachträge zu Ratzeburgs Forstinsekten. Stuttgart 1880.

Nunberg, M., Biologische Beobachtungen über Borkenkäfer. Bulletin de l'Acad. polonaise des Sciences et des Lettres Serie B: Zoologie 1928, S. 113 bis 128. Cracovie 1929.

Opel, E., Lehrbuch der forstlichen Zoologie, S. 428. Wien 1869.

Ratzeburg, J. F. C., Die Forstinsekten Bd. I. Berlin 1837.

— — Die Waldverderber und ihe Feinde. 7. Aufl. Bearbeitet von Judeich. Berlin 1876.

Ritter, Die in Deutschlands Waldungen aufgetretenen schädlichen Insekten. Ein Literaturnachweis für die Jahre 1449—1926. Ztschr. f. ang. Entomologie Bd. XIV, H. 3, S. 540—583.

Saalas, U., Die Fichtenkäfer Finnlands. Annales academiae scientarum fennicae. Ser. A. Tom XXII, Nr. 1, Bd. II, S. 523—525. Helsinski 1923.

Sedlaczek, W., Versuche mit verschiedenen Arten von Fangbäumen zur Bekämpfung der Borkenkäfer. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1908, H. 2, 29 S.

Spessivtseff, P., Zur Lebensweise des schwarzen Fichtenbastkäfers (*Hylastes cunicularius* Er.). Svenska Skogsvardsföreningens Tidskrift 1934, H. 1—2.

Trägårdh, J., Tallbastborren och granbastborren (*Hylastes cunicularius*) två fiender till skogskulturer. Statens skogsförsögsanstalt. Flygblad Nr. 19, 6 S. Stockholm 1920.

— — Undersökningar över den större snytbaggen och dess bekämpande. Meddelanden från statens skogsförsögsanstalt H. 25, S. 29—92. Stockholm 1929.

Trägårdh, J., und Butovitsch, V., Redogörelse för Barkborrenkampanjen efter Stormhärjningarna 1931—1932. Bericht über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer nach den Sturmverheerungen 1931—1932. Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt. Stockholm 1935.

Referate.

Einzelreferate.

Böhner, Konrad, Geschichte der Cecidologie. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte naturwissenschaftlicher Forschung und ein Führer durch die Cecidologie der Alten. II. Teil. Botanik und Entomologie. Mittenwald, Verlag von Arthur Nemayer, 1935. Preis RM 34,—.

Im II. Band dieses durch seine Gründlichkeit, durch die Art der Darstellung, durch die Vielseitigkeit usw. ganz hervorragenden Werkes werden die einzelnen Gallen, und zwar nach den beteiligten Pflanzenfamilien behandelt. Das Studium jedes einzelnen Abschnitts ist ein Genuß; man staunt immer wieder darüber, welch großes Interesse die mitunter recht unscheinbaren und wenig auffallenden Gallbildungen seit vielen Hunderten von Jahren bei den der Natur zugewandten Menschen erregt haben. „Den Ideengang dieser Forscher zu verfolgen und deren Resultate im einzelnen festzuhalten, ist die vornehmste Aufgabe dieses II. Bandes." In ihm tritt natürlich der naturgeschichtliche Teil in den Vordergrund, und so werden Entomologen und Botaniker darin noch so manches finden, was vielleicht im I. Teil von ihnen vermißt wurde. Trotzdem ist auch hier die Bedeutung des behandelten Gegenstandes in medizinischer, pharmazeutischer, technischer oder kulturgeschichtlicher Hinsicht nicht übergangen worden, was zu erreichen dem Verfasser als Freund und begeisterter Forscher der Pharmacie-Geschichte besonders am Herzen lag. Ein reicher Bilderschmuck aus alten, teils schwer zugänglichen Werken erhöht den Genuß und die Freude des Lesers. Ich kann diese kurze Besprechung nicht besser schließen als mit einem Satz Zwölfers aus einer Besprechung des I. Teiles: „Die besinnliche, dabei jedoch streng wissenschaftliche Art wie Böhner und von Öfele ihr Material geistig verarbeiten und unter bedeutenden Gesichtspunkten dargestellt haben, ist schlechthin meisterhaft: erkennt man doch auf fast jeder Seite des Werkes, wie selbst im Wechsel unserer Auffassung so kleiner und für den Laien unscheinbarer Dinge, wie der Pflanzengallen, sich etwas von der gewaltigen Geschichte des menschlichen Geistes offenbart." Möge das wundervolle Werk recht viel andächtige Leser finden. K. E.

Snodgrass, R. E., Principles of Insect Morphology. McGraw-Hill Book Company Inc., New York 1935. (667 S., 319 Abb.) Dollar 6,—.

„Morphologie im biologischen Sinn ist die Wissenschaft, welche sich mit der Gestalt des lebenden Organismus befaßt. Die Anatomie dagegen beschränkt sich auf die Determination der einzelnen Strukturfaktoren. Die Morphologie sucht die Gründe für die Struktur zu finden und die Beziehungen der verschiedenen Strukturformen zueinander festzustellen. Sie muß deshalb mit den Funktionen der in Frage stehenden Organe vertraut sein und das jeweilige Aussehen als plastische Anpassung für den zu erreichenden Zweck betrachten."

„Beim Studium der Insektenmorphologie können wir uns nicht auf die Grenzen der Entomologie beschränken. Die grundsätzliche Organisation war

lange Zeit bevor die Insekten eine spezialisierte Gruppe innerhalb der Arthropoden geworden waren festgelegt gewesen und andrerseits ist die grundsätzliche Struktur der Arthropoden viel älter als diese selbst."

Diese beiden Ausschnitte aus der Einleitung beleuchten am besten, unter welchen Gesichtspunkten das vorliegende Werk entstanden ist. Aufbauend auf unser Wissen über die Phylogenie, Histologie, Embryologie und Physiologie der Arthropoden und unterstützt durch eigene 30jährige Untersuchungen schuf Snodgrass eine Insektenmorphologie, welche ohne Übertreibung zu den bedeutendsten Neuerscheinungen auf dem Gesamtgebiet der Insektenkunde zu stellen ist. Neben der erwähnten grundsätzlichen Einstellung sind es insbesondere die konzentrierte Sprache, die wohl einzig dastehenden Abbildungen und das Schlagwortverzeichnis am Ende jedes Abschnittes, sowie das umfangreiche Literaturverzeichnis (21 Seiten), welche das Buch für Forscher aller Zweige der Entomologie unentbehrlich machen. Sollte der eine oder andere Forscher mit einzelnen der Snodgrass'schen Gedankengänge nicht ganz übereinstimmen, so wird er dafür durch die Fülle der Anregungen, welche dieselben enthalten, reichlich entschädigt.

Es ist zu wünschen, daß dieses klassische Werk über Insektenmorphologie in Deutschland entsprechende Beachtung findet. Schedl.

Kirkpatrick, T. W., Studies On the Ecology Of Coffea Plantations In East Africa. I. The Climate And Eco-Climates Of Coffee Plantations. 32 Tabellen, 33 Graphikons. Zu beziehen von East African Agricultural Research Station, Amani, oder von The Crown Agents for the Colonies, 4, Millbank, London, S. W. 1.

Nach den bahnbrechenden experimentell ökologischen Untersuchungen der letzten Jahre im Laboratorium geht man nun neuerdings daran, die klimatischen Umweltbedingungen der Schadinsekten im Freiland genauer zu erforschen, um auf diese Weise den Gesetzmäßigkeiten der Populationsdynamik näher zu kommen bezw. dieselbe durch Kulturmaßnahmen im günstigen Sinne zu beeinflussen. Die hierzu notwendigen Vorarbeiten sind bekanntermaßen äußerst zeitraubend, sollen sich über möglichst große Zeiträume erstrecken und stoßen noch insofern auf Schwierigkeiten, als vielfach das für derartige Untersuchungen notwendige Rüstzeug erst geschaffen werden muß. Um so erfreulicher ist es, zu sehen, wie trotz dieser Schwierigkeiten und der derzeit noch fraglichen praktischen Verwendbarkeit solcher Versuchsergebnisse allenthalben diesbezügliche Arbeiten auf breitester Basis aufgenommen werden. Eine beispielgebende Vorarbeit in diesem Sinne ist die vorliegende Klimastudie.

Kirkpatrick untersuchte das sogenannte Standardklima in den Kaffeeplantagen von Kiambu unweit Nairobi im Mandatsgebiet Deutsch-Ostafrika und im Vergleich hierzu das Mikroklima (Eco-Klima) zwischen den Baumreihen und in den Kronen in 1,3 m Höhe. Stichprobenartig wurde ferner die Temperatur-Luftfeuchtigkeit in verschiedenen Höhen innerhalb einer Plantage, die Temperatur in den Blättern und im Stamm und die Bodentemperatur erhoben. Orientierende Angaben liegen auch bezüglich des Einflusses der Krone auf die auf den Boden gelangende Niederschlagsmenge und die Reduktion des Lichtes durch die Belaubung vor. Interessant sind weiter die Mitteilungen bezüglich des Einflusses der Topographie, des Pflanzverbandes, des Schnittes, der Beschattung durch Oberholz, der Windstreifen, der Bodenflora und künstlichen Bodenbedeckung auf die einzelnen Klimafaktoren.

Die von Kirkpatrick gesammelten Erfahrungen über den Wert und die Verläßlichkeit der einzelnen meteorologischen Instrumente decken sich im allgemeinen mit den Beobachtungen anderer Autoren. Für tropische Verhältnisse ist die Aufzeigung der Fehlergrenzen größtenteils neu. Schedl.

Hering, Martin, Die Blattminen Mittel- und Nordeuropas einschließlich Englands. Bestimmungstabellen aller von Insektenlarven der verschiedenen Ordnungen erzeugten Minen. Lieferung 1 (S. IX—XII und 1—112). Neubrandenburg (Meckl.), Verlag Gustav Feller, 1935. Preis RM 12,—.[1])

Der Verfasser hat uns schon vor 10 Jahren ein sehr schönes Werk über die Blattminen geschenkt, in dem er die Zoologen mit den vielen interessanten allgemeinen Problemen der Minenforschung bekannt machte (Die Ökologie der blattminierenden Insektenlarven, s. diese Zeitschrift 12. Bd, S. 512, Berlin 1926). Jetzt gibt uns Hering in dem vorliegenden Werk eine systematische Übersicht über alle bekannt gewordenen Blattminen Mittel- und Nordeuropas (umfassend Deutschland, Österreich, Schweiz, Tschechoslowakei, Polen, Baltikum, Skandinavien, Finnland, Belgien, Holland und England). Die Darstellung geschieht in Form von Bestimmungstabellen nach den Pflanzenarten in alphabetischer Reihenfolge. Den Tabellen sind eine Reihe einfacher und sehr klarer Zeichnungen beigegeben. Dem speziellen Teil ist ein kurzer einleitender Teil vorausgeschickt, in dem das gesagt wird, was für den Gebrauch der Tabellen als unbedingt notwendige Vorkenntnis gelten muß.

Um das Werk zustande zu bringen, war eine ungeheure Vorarbeit zu leisten; hat doch der Verfasser in 1½ Jahrzehnten 5000 Arten durch Zucht geprüft, um die Bestimmung zu sichern. Durch das Heringsche Werk wird eine empfindliche Lücke in der entomologischen Literatur ausgefüllt. Für uns angewandte Entomologen wird es einen wichtigen Platz im täglich benützten Handapparat einnehmen. K. E.

Fulmek, L., und **Ripper, W.,** Nützlinge in Garten, Feld und Wald. 127 S. und 48 Abb. im Text. Stuttgart, Franckhsche Verlagshandlung, 1935. Preis RM 3,60.

Während an zusammenfassenden Schriften aller Art über Schädlinge kein Mangel herrscht, ist das entsprechende Schrifttum über Nützlinge bisher recht spärlich, obwohl die Kenntnis der letzteren, die ja in engster Wechselwirkung mit den Schädlingen stehen, nicht nur für die wissenschaftliche Erfassung der Schädlingsprobleme unerläßlich sind, sondern auch für den Praktiker von größter Bedeutung werden können. Das Erscheinen der vorliegenden Schrift ist daher aufs freudigste zu begrüßen. Auf verhältnismäßig kleinem Raum wird hier eine im besten Sinn populäre Schilderung der zahlreichen Nützlinge, deren Nutzen zum größten Teil in der Vernichtung der Schädlinge besteht, gegeben. Die Darstellung besonders der Abschnitte über die Parasiten ist direkt spannend; gehören doch die mitunter überaus komplizierten Verhältnisse in den Beziehungen zwischen Parasit und Wirtstier zu den interessantesten Kapiteln der Biologie. Hoffentlich trägt die Schrift dazu bei, das Interesse für dieses Gebiet der Biologie, das auf Schritt und Tritt zum tieferen Nachdenken über das Werden in der Natur anregt, in weitesten Kreisen zu verbreiten. Auch die Vertreter der sogenannten theoretischen Zoologie werden, glaube ich, manches darin finden, was ihnen fremd ist, und was sie veranlassen kann, die eine oder andere Frage eingehender zu studieren. K. E.

Nunberg Marjan, Klucz do oznaczania wazniejszych szkodliwych owadow lesnych. 288 S., 359 Abb. Warschau, 1935.

Das vorliegende Buch enthält Bestimmungstabellen der wichtigsten polnischen Forstinsekten nach Baumart, Art des Schadens usw. Es entspricht

[1]) Das Werk erscheint in ca. 6 Lieferungen und soll in 2 Jahren fertig vorliegen.

den bei uns soweit verbreiteten Bestimmungsbüchern von R. Koch. In der Erfassung der Schädlingsarten hat sich Nunberg eine größere Beschränkung auferlegt, indem er nur die wirtschaftlich wirklich bedeutsamen Arten aufgenommen hat. Dadurch ist es möglich geworden, die Schädlinge aller forstlich wichtigen Baumarten in einem Band zu behandeln. Diese Beschränkung ist eher als ein Vorteil denn als Nachteil zu werten, zumal ja die Tabellen in erster Linie für die Praktiker bestimmt sind. Eine große Anzahl zum großen Teil sehr schöner und instruktiver Abbildungen, von denen weitaus die meisten Originale sind, tragen wesentlich zur Erleichterung der Bestimmung bei. Das Erscheinen des Nunbergschen Bestimmungsbuches wird zweifellos von allen Interessenten der polnischen Forstwirtschaft freudigst begrüßt werden.

K. E.

Rimsky-Korsakow, Forstentomologie. Unter Mitwirkung von W. J. Gussew, J. J. Polubojarinow, W. Ja. Schiperowitsch und A. W. Jazentkowskij. 482 S. und 159 Abb. im Text und 4 kolorierte Tafeln. (Russisch.) Leningrad, Staatl. Forsttechnischer Verlag, 1935.

Mit dem vorliegenden Lehrbuch wird eine große Lücke in der russischen forstlichen Literatur ausgefüllt, da es bisher kein forstentomologisches Lehrbuch (entsprechend etwa unserem „Nüßlin") in Rußland gab. Im 1. Kapitel werden die Aufgaben der Forstentomologie und ihr Verhältnis zu anderen Disziplinen besprochen, im 2. Kap. Morphologie, Anatomie und Physiologie, im 3. Kap. die Entwicklung und Vermehrung, im 4. Kap. die Systematik, im 5. Kap. die Ökologie (Begriff der Waldbiozönose. Einfluß der klimatischen und biotischen Faktoren und des Bodens, Einfluß des Menschen auf die Entomofauna des Waldes), im 6. Kap. die forstwirtschaftliche Bedeutung der Insekten (Schaden und Nutzen) und im 7. Kap. die Bekämpfung (waldbaulicher, mechanischer, biologischer, chemischer, aviochemischer Art, die Organisation des Waldschutzes in der Sowjetunion).

Auf diesen allgemeinen Teil folgt die Behandlung der einzelnen Schädlinge, nicht in systematischer Reihenfolge, sondern nach der Art ihres Auftretens: die primären Bestandesschädlinge (Kap. 8), die sekundären Bestandschädlinge (Borkenkäfer) (Kap. 9), die Schädlinge der Kulturen und Stangenhölzer (Kap. 10), die Wurzelschädlinge (Kap. 11), die Schädlinge der Baumschulen, der Früchte und Samen (Kap. 12 u. 13) und die technischen Schädlinge (Kap. 14). Dann folgen die Raub- und Schmarotzerinsekten (15. Kap.) und endlich Übersichten über die Schädlinge nach Baumarten. Zwei Beilagen enthalten Fragebogen betr. Schädlingsuntersuchungen und Preisverzeichnis der Schädlingsmittel für 1934. Ein Literaturverzeichnis und Sachregister beschließen dieses russische forstentomologische Lehrbuch, das einen sehr guten Eindruck macht (auch die Ausstattung ist wesentlich besser als bei den meisten russischen Büchern der letzten Zeit), und das zweifellos dazu beitragen wird, die forstentomologischen Kenntnisse der russischen Forstbeamten zu fördern.

K. E.

Bogdanow-Katikow, N. N., Die Schädlinge und die Krankheiten der Süßkartoffel. 242 S., 160 Abb. im Text und 3 kolor. Tafeln. (Russisch.) Moskau 1933.

Unter den aus anderen Ländern in die Sowjetunion eingeführten Kulturpflanzen nimmt die Süßkartoffel eine bevorzugte Stellung ein. Um der Gefahr der Einschleppung von Schädlingen mit der Einfuhr von Stecklingen, Samen usw. zu begegnen, werden die letzteren an besonderen Quarantänestationen einer genauen Prüfung unterzogen. In der vorliegenden Schrift werden alle bis jetzt in der Welt bekannt gewordenen Schädlinge der Süßkartoffel aufgeführt und nach ihrer Lebensweise und vor allem auch nach ihrem Verbreitungsgebiet behandelt.

Die meisten der genannten Schädlinge sind in guten Abbildungen dargestellt; bei vielen sind Verbreitungskarten beigegeben. Das Werk ist besonders für die Quarantänebeamten bestimmt, in deren Händen es gute Dienste leisten wird. Den angewandten Entomologen setzt die große Anzahl der Schädlinge in Erstaunen.

K. E.

Weber, Hermann, Der Bau der Aleurodinen. Ein Beitrag zur vergleichenden Morphologie des Insektenkörpers. (71 S., 14 Tafeln und 1 Tabelle.) Zoologica Heft 89. Stuttgart (Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung), 1935. Preis RM 35,—.

Die vorliegende Schrift bildet den 3. Teil der monographischen Bearbeitung des als „weiße Fliege" bekannten Gewächshausschädlings (in den ersten beiden Teilen wurde die Biologie und postembryonale Entwicklung behandelt). Derselbe bringt eine eingehende Darstellung des Skelettes nebst Muskulatur, sowie der inneren Organe, wie der Drüsen, des Darmsystems, des Nervensystems nebst Sinnesorgane, des Tracheensystems, der Zirkulations- und Geschlechtsorgane. Die Beschreibung ist peinlich genau und bis ins einzelne gehend; der Beschreibung entsprechen auch die zahlreichen Abbildungen auf den 14 Tafeln, die in der bekannten Weberschen Art plastisch dargestellt sind (ob nicht manche Abbildungen sich einfacher hätten darstellen lassen, ohne an Deutlichkeit und Übersichtlichkeit zu verlieren, sei dahingestellt). In systematischer Hinsicht ergibt sich aus den morphologischen Ergebnissen, daß „eine nähere Verwandtschaft der Aleurodinen und der Psyllinen" sich weder aus der Untersuchung des Skelettmuskelsystems noch aus der inneren Organisation ableiten läßt. Es scheint vielmehr sicher, daß die Aleurodinen dem Zikadenstamm an einer ganz anderen Stelle, d. h. zu einer anderen Zeit entsprossen als die Psylliden. Das neue Webersche Werk stellt eine wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse vom Bau des Insektenkörpers dar.

K. E.

Kemper, Heinrich, Die Pelz- und Textilschädlinge und ihre Bekämpfung. 65 S. und 31 Abb. (Bd. 7 der Schriften über Hygienische Zoologie.) Leipzig (Verlag Deutsche Gesellschaft für Kleintier- und Pelztierzucht G. m. b. H. & Co.), 1935. Preis RM 3,30.

Die vorliegende Schrift ist vor allem für die Praxis bestimmt, die sich mit der Erzeugung, dem Handel und auch der Verarbeitung von Pelzwerk und Textilien befaßt. Sie bringt das Wichtigste über Aussehen, Lebensweise, Verbreitung der tierischen Schädlinge der genannten Stoffe und auch über die Verluste, die das Gewerbe durch jene erleidet, sowie endlich über die heute üblichen Bekämpfungsmaßnahmen. Die Form der Darstellung ist leicht verständlich, dabei werden die neuesten Forschungsergebnisse berücksichtigt. Für diejenigen, die sich tiefer mit den hier behandelten Fragen beschäftigen wollen, ist ein recht reichhaltiges Literaturverzeichnis angeführt. Zahlreiche, zum Teil sehr schöne Abbildungen auf 10 Bildtafeln unterstützen den Text. Die kleine Schrift ist bestens zu empfehlen (auch den Hausfrauen!).

K. E.

Suomen hyönteistieteellinen aikakauskirja. Annales entomologicis fennici. Herausgegeben von Uunio Saalas, Yrjö Hukkinen, Esko Kangas, W. M. Linnaniemi und Niilo Vappula. Jahrg. I, Heft 1 bis 4. 1935.

Nun hat auch Finnland eine eigene entomologische Zeitschrift. Die neue Zeitschrift, die von der „Finnischen Entomologischen Zeitschrift" herausgegeben wird, erscheint jährlich in 4 Heften (Bezugspreis 50 Smk, Bestelladresse: Landwirtschafts- und Forstzoologisches Institut der Universität Helsinki). Die vier vor-

liegenden Hefte, die sehr gut ausgestattet sind, auch mit reichlichem Bildmaterial (Umfang des ersten Jahrgangs 160 Seiten) enthalten Arbeiten systematischen, faunistischen, ökologischen, technischen, bibliographischen usw. Inhalts. Die im ersten Jahrgang veröffentlichten Arbeiten sind teils in finnischer, teils in deutscher und teils in englischer Sprache geschrieben. K. E.

Schoenichen, Walther, Urdeutschland. Deutschlands Naturgeschichte in Wort und Bild. Mit zahlreichen Kunstdrucktafeln, Abbildungen und Karten. Lieferung 4—12. Neudamm, Verlag J. Neumann, 1935. Preis der Lieferung RM 2,—. Preis des nunmehr abgeschlossenen 1. Bandes geb. Rm 28,—.

Was bei der Besprechung der ersten 3 Lieferungen gesagt ist (Bd. 21, S. 650), gilt in vollem Umfang auch für die weiteren 9 Lieferungen, die in schneller Folge erschienen sind, und die die Abschnitte über „Junge und alte Vulkane", „Hochgebirgsschutzgebiete", „Zeugen der Eiszeit", „Steilküstenschutzgebiete", „Dünenschutzgebiete" und „Zeugnisse der Verwitterung, Abtragung und Ausnagung" enthalten. Das Studium jedes Heftes ist ein Genuß sowohl textlich als auch in bezug auf die Abbildungen und Bildbeilagen, die unübertrefflich sind. Es ist nicht zu bezweifeln, daß durch dieses schöne Werk die Liebe zur Heimat gestärkt wird und viele Reiselustige veranlaßt werden, anstatt ins Ausland zu reisen, die hier so eindringlich geschilderten Schönheiten Deutschlands zu besuchen. Mit der Lieferung 12 ist der 1. Band abgeschlossen; der 2. Band wird ebenfalls in 12 monatlichen Lieferungen erscheinen, so daß das ganze Werk Ende des nächsten Jahres fertig vorliegen wird. K. E.

Rammner, Walter, Die Tierwelt der deutschen Landschaft. Das Leben der Tiere in ihrer Umwelt. 463 S. mit 577 Abb. und 17 mehrfarbigen Tafeln. Verlag Bibliographisches Institut A.-G. Leipzig, 1935. Preis geb. RM 7,80.

Es wird hier der begrüßenswerte Versuch gemacht eine Einführung in das Verständnis der Tierwelt zu geben durch die Schilderung der verschiedenen Tiere in ihrem natürlichen Lebensraum, also durch Darstellung der einzelnen Lebensgemeinschaften, wobei auch die Änderungen derselben im Ablauf des Jahres berücksichtigt werden. In dieser Weise werden folgende Lebensräume behandelt: Der Wald (Auen-, Eichen-, Buchen-, Bruch-, Fichten-, Tannen- und Kiefernwald), die offene Landschaft, das Süßwasser, die Meeresküste, die Alpen und die Park- und Gartenanlagen. Dabei waren Wiederholungen natürlich nicht zu umgehen, da ja viele Tierarten Mitglieder mehrerer Lebensgemeinschaften sind. Das Werk ist reich illustriert; allerdings entsprechen manche Abbildungen nicht mehr dem heutigen hohen Stand der Bebilderung, so dürften z. B. Abbildungen wie die des Zimmerbocks (S. 172) und die von *Pissodes notatus* (S. 283) in einer zukünftigen Auflage nicht mehr gebracht werden.

Zweifellos wird das Rammnersche Buch für alle, die durch Lehrausflüge die Jugend in die Natur einzuführen haben, ein brauchbarer Führer zur Erziehung zur Ganzheitsbetrachtung sein. K. E.

Neue Literatur.

Eingesandt von Januar bis Dezember 1935.

Adolph, W., *Nomada pulchra* Arn. *(Hymenopt., Apidae)* aus der Umgegend von Wilno (Polen). — Fragm. faun. Mus. Zool. Polonici Tom II, No. 1. Warschau 1933.

Agricultural News Letters Vol. 3, 1935.

Andersen, K. Th., Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die Eierzeugung von Insekten. — Biol. Centrbl. 1934.

Andersen, K. Th., Kurze Mitteilungen über weitere Versuche zur Biologie und Ökologie von *Sitona lineata* L.

Andersen, K. Th., Biologie des Kornkäfers *(Calandra granaria* L.*)*. — Nachr. Schädlingsbek. 9. Jahrg., 1934.

Andersen, K. Th., Wege und Ziele der neuzeitlichen Schädlingsforschung. — „Geistige Arbeit" (20. Juni 1935).

Andrewartha, H. G., On the Effect of Soil Moisture on the Viability of the Pupal Stages of *Thrips imaginis* Bagn. — Vol. 7, 1934.

Andrewartha, H. G., and **Vevers Steele, H.,** Thrips Investigation. Some Observations in the Numbers of *Thrips imaginis* Bagn., in the vicinity of Melbourne during the period 1932 to 1934. — Journ. Counc. Sc. and Industr. Res. Vol. 7, 1934.

Arnold, W., Pflanzenschutz und Gartenbau. — Nachr. über Schädlingsbekämpfg. 1935, Nr. 3.

Bath, M. P., Die Regulation des Luftschöpfens bei *Notonecta glauca* L. — Ztschr. f. vergl. Phys. Berlin 1934.

Bavink, B., 70 Jahre Naturwissenschaft. — Bremer Beiträge zur Naturwissenschaft 2. Bd. (1934), Heft 4.

Beeson, C. F. C., Entomological Investigations on the Spike Disease of Sandal. Bostrychidae, Platypodidae and Scolytidae. — The Ind. Forest Records XVII, 1933.

Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur, Das Jahr 1934. — Bearbeitet von H. Morstatt. 303 Seiten. Berlin, Paul Parey, 1935.

Bliss, C. I., The Comparison of Dosage-Mortality Data. — An. Appl. Biol. 1935.

Bliss, C. I., Estimating the Dosage-Mortality Curve. — Journ. Econ. Ent. 1935.

Bliss, C. I., Cressman, A. W., and **Broadbent, B. M.,** Productivity of the Camphor Scale and the biology of its egg and crawler stages. — Journ. Agr. Res. Washington 1935.

Blunck, H., Moderne Verfahren zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen. — Bremer Beitr. z. Naturwissenschaft 1934.

Boczkowska, Marie, Contribution a l'etude de l'immunité chez les chenilles de *Galleria mellonella* L. contre les Champignons entomophytes. — Compt. rend. sećances Soc. de biologie 1935.

Bodenheimer, F. S., Über die biologischen Grundlagen der menschlichen Bevölkerungslehre. — „Genus" 1935.

Böttcher, F. K., Untersuchungen über den Einfluß einiger chemischer Hederichbekämpfungsmittel auf die Bienen. — Erlangen 1935. (72 S.)

Borchers, Fr., u. May, Ed., Betrachtungen und Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften staubförmiger Pflanzenschutzmittel. — Mitt. Biol. Reichsanst. Heft 50, 1935.

Bovey, P., Sur les importants dégats occasionés en 1933 dans les vergers de montagne de suisse romande par v. *Argyresthia conjugella* Zell. — 1935.

Bovey, P., L'Anthonome d'hiver du poiver *(Anthonomus pyri* Kollar = *cinctus* Redt). — Rev. hort. suisse 1935.

Bovey, P., Observations sur le cycle évolutif de *Laspeyresia (Carcocapsa) pomonella* en Suisse Romande. — Bull. de la Murithienne Fasc. II. 1935.

Bovien, Prosper, The Larval Stages of Scatopse (*Dipt. nematoc.*). — Vidensk. Medd. fra Dansk. naturh. Foren Bd. 99, 1935.

Bovien, Pr., og **Stapel, Chr.,** Knopormean. grebet i 1934 (*Agrotis*).

Boyce, A. M., Bionomics of the Walnut Husk Fly, *Rhagoletis completa.* — „Hilgardia" 1934. (210 S. u. 71 Abb.)

Bredemann, G., 50., 51. u. 52. Jahresbericht des Instituts für angewandte Botanik in Hamburg für die Jahre 1932, 1933 u. 1934. — Hamburg 1933 u. 1935.

Britton, W. E., siehe Connecticut.

Buddenbrock, W. v., Bemerkungen zur Lehre von den Schutzanpassungen. — Bremer Beiträge zur Naturwissenschaft 2. Bd. (1934), Heft 3.

Bünzli, G. H., Untersuchungen über coccidophile Ameisen aus den Kaffeefeldern von Surinam. — Mitt. d. Schweiz Entom. Ges. 1935.

Cantzler, Th., Künstliche Ameisenvermehrung. — Der deutsche Forstwirt 1934.

Chandler, S. C., and **Flint, W. P.,** Insect Enemies of the Peach in Illinois. — Nat. Hist. Survey Div. (Urbana), Circular 26, 1935.

Connecticut State Entomologist Thirty-fourth Report 1934. — by W. E. Britton. New Haven 1935.

Conyentry, F. L., Shelford, V. E., and **Miller, L. F.,** 1935, The Conditioning of a Chloramine treated Water Supply for Biological Purposes. — Ecology Vol. XVI, 1935.

Cressman, A. W., Bliss, C. I., Kessels, L. T., and **Dumetre, J. O.,** Biology of the Camphor Scale and a method for predicting the time of appearance of stages in the field. — Journ. Agr. Res. Washington 1935.

Cummins, J. E., The Pore Size (Vessel Diameter) of some Australian Timbers and their Susceptibility to Attack by the Powder Post Borer *(Lyctus brunneus* Steph.). — Journ. Counc. Scient. and Industr. Res. Vol. 7, 1934.

Cunumins, J. E., and **Wilson, H. B.,** The Starck Content of some Australian Hardwoods in Relation to their Susceptibility to Attack by the Powder Post Borer, *Lyctus brunneus* Steph. — Journ. Counc. Scient and Industr. Research 1935.

Currie, G. A., Research on Bees: Progress Report II. — Journ. Counc. Sc. and Industr. Res. Vol. 8, 1935.

Dänemark. — Plantesygdomme i Danmark 1934. Kopenhagen 1935.

De Vos, B.-de Wilde, Contribution à l'étude des larves de Diptères Cyclorrhaphes, plus spécialement des larves d'Anthomyides. — Proefschrift. 125 S. u. 23 Tafeln. Amsterdam 1935.

Dinger, Fr., Winterwald schon früh im Herbst. (Über *Das. pudibunda* L.) — Kölnische Zeitg. 1935 (22. Okt.), Nr. 536.

Dingler, Hugo, Geschichte der Naturphilosophie. — Berlin (Junker u. Dünnhaupt) 1935. Preis 8 RM.

Dingler, M., Von verwilderten Bienen und Waldbienen. — D. Naturforscher X, 1934.

Dingler, M., Über das Auftreten und die Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers, *Hylobius abietis* L., in den hessischen Forstämtern 1929—1932. — Ber. Oberhessischen Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Gießen Bd. 15 (1932/33).

Dingler, M., Zur Variation der Flügeldeckenzeichnung bei *Crioceris duodecimpunctata* L. und *Crioceris asparagi* L. — Koleopt. Rundschau Bd. 19, 1933.
Dingler, M., Die Spargelfliege *(Platyparea poeciloptera* Schrank). — Arb. phys. u. ang. Ent. Berlin-Dahlem Bd. I, 1934.
Dingler, M., Über die pflanzenbaulichen Grundlagen zur Bekämpfung der Spargelschädlinge. — Landw. Jahrbücher 80. Bd., 1934.
Dingler, M., Zur Spargelfliegen- und Spargelkäfer-Kalamität im hessischen Spargelbaugebiet. — Anz. Schädlgskd. 1934.
Dingler, M., Die kleine Spargelfliege *(Melanagromyza simplex* Löw). — Anz. f. Schdlgskd. X (1934).
Dingler, M., Grundsätzliche Bemerkungen zu Werner Schmidts „Rüsselkäferbilanz". — Allg. Forst- u. Jgd.-Ztg. 1935.
Dupont, F., Eenige gegevens over *Phalera raya* Moore en *Phalera javana* Moore *(Lep. Notodont.).* — Entom. Med. Nederl.-Indie, Deel 1, 1935.
Dürck, H., u. **Reisser, H.,** Beitrag zur Lepidopterenfauna des Rifgebirges von Spanisch-Marokko. — Eos T. IX, 1934 (272 S., 9 Tafeln).
Eidmann, H., Zur Kenntnis der Insektenfauna von Südlabrador. — Arb. morph. u. tax. Ent. Berlin-Dahlem Bd. 2, 1935.
Eidmann, H., Bericht der Forstl. Hochschule Hann.-Münden über das Rektoratsjahr 1933/34.
Eidmann, H., Über die Morphologie der Legeröhre der Nonne, *Lymantria monacha* L. (Lep. *Lymantriidae).* — Zool. Anz. Bd. 111, 1935.
Eidmann, H., Falsche Berichterstattung über Nonnenversuche. — Anz. Schädlgskde. 1935.
Eidmann, H., Das Luftbild als Mittel zum raschen Erkennen von Fraßschäden forstlicher Großschädlinge. — Forstw. Centrbl. 1935.
Eidmann, H., Untersuchungen über die Frage der Mehrfachbegattung bei der Nonne *(Lymantria monacha* L.). — Ztschr. f. Forst- u. Jgdw. 1935.
Emerson, A. E., A revision of the Genera of fossil and recent *Termopsinae (Isoptera).* — Univ. Californ. Publ. u. Entomol. Vol. 6, 1933.
Evans, J. W., A Revision of the *Ipoinae (Homoptera, Eurymelidae).* — Trans. Royal Soc. South Austral. 1934.
Evans, J. W., Thrips Investigation. Further Observations on the Seasonal Fluctuations in Numbers of *Thrips imaginis* Bagn. and Associated Blossom *Thrips.* — Journ. Counc. Sc. and Industr. Res. Vol. 8, 1935.
Ezhikov, J., Individual Variability and Dimorphism of Social Insects. — The Amer. Natur. 1934.
Faes, H., Rapport annuel 1934. Station féderale d'essais viticoles a Lausanne et Domaine de Pully. — L'Annuaire agric. de la Suisse 1935. Berne 1935.
Faure, J. C., The Phases of the Rocky Mountains Locust, *Melanoplus Mexicanus* (Sauss.). — Journ. Econ. Ent. 1933.
Finkenbrink, W., Auffallende Fraßbilder der Apfelmotte *Argyresthia conjugella* Zell. — Ztschr. f. Pflzkrkh. u. Pflzschutz 1933.
Finnland. — Suomen Hyönteistieteelinen Aikakauskirja. Annales Entomologici Fennici. Herausgegeben von Uunio Saalas, Yrjö Hukkinen, Esko Kangas, W. M. Linnaniemi u. Niilo Vappula. Vol. 1, No. 1 bis 4. Helsinki 1935.
Fischer, W., u. **Nitsche, G.,** Die Brauchbarkeit einiger Schnellmethoden zur chemischen Prüfung von *Derris*-Extrakten u. ihr Vergleich mit der biolog. Prüfung derselben Extrakte an Kiefern- u. Seidenspinnerraupen. — Mitt. Biol. Reichsanst. Heft 50, 1935.
Frankfurt, Int. entom. Verein, Festschrift zum 50jährigen Bestehen 1884—1934.
Freney, M. R., Mackerras, I. M., and **Mackerras, M. I.,** A Note on New Dressings for Fly-Struck Sheep,. — Journ. Counc. Sc. and Industr. Res. Vol. 8, 1935.
Frickhinger, H. W., Äthylenoxyd in der Schädlingsbekämpfung. — Ztschr. f. Medizinalbeamte 1933.
Frickhinger, H. W., Frißt die Kleidermotte Kunstseide? — Umschau 1935.

Frickhinger, H. W., Genossenschaftliche Schädlingsbekämpfung. — Ratschläge f. Haus, Garten, Feld 1935.

Frickhinger, H. W., Schädlingsbekämpfung in der Landwirtschaft. — Die Chem. Industrie. April 1935.

Frickhinger, H. W., Schule und Vogelschutz. — Die Umschau 1935.

Frickhinger, H. W., Ist der Apfelblütenstecher ein Schädling? — Frankf. Zeitg. (18. Mai 1935).

Frickhinger, H. W., Ohne Schädlingsbekämpfung keine Vollernten. Neuere Erfahrungen über die Schädlingsbekämpfung im Obstbau. — Nachr. über Schädlgsbek. 1933.

Friederichs, K., Reform der Biologie? — „Der Deutsche Student" 1934.

Friederichs, K., Vom Wesen der Ökologie. — Sudhoffs Arch. Gesch., Mediz. u. Naturw. Bd. 27, 1934.

Friederichs, K., Kontaktgift gegen die Nonne. — Holz-Zentralbl. 1934.

Friederichs, K., Folgerungen aus den neuen Untersuchungen über die Forleule. — Anz. Schädlgskd. XI, 1935.

Frisch, K. v., Riechen und Schmecken beim Menschen und bei den Tieren. — Natur u. Volk 1935.

Frisch, K. von, u. **Kollmann, Th.,** Der Neubau des zoologischen Instituts der Universität München. München 1935.

Frison, Th. H., The Stoneflies, or *Plecoptera*, of Illinois. — State of Illinois, Dep. Reg. and Educ. Div. Nat. History Survey Bull. Vol. XX, 1935 (200 S., 344 Abb. im Text).

Fuller, Mary E., The Insect Inhabitants of Carrion: A Study in Animal Ecology. — Commonwealth Australia Bull. No. 82, 1934.

Fulmek, L., u. **Ripper, W.,** Nützlinge in Garten, Feld u. Wald. — Stuttgart, Francksche Verlagsanst., 1935 (127 S. u. 48 Abb. im Text). Preis 3,60 RM.

Fyg, W., Krankheiten der Bienenkönigin. — Schweiz. Bienenzeitg. 1934.

Gay, F. J., The Peach Moth *(Clydia molesta* Busck). Investigations in the Goulburn Valley, Victoria. — Journ. Counc. Sc. and Industr. Res. Vol. 8, 1935.

Geiger, R., Woelfle, M., u. Seip, L. Ph., Höhenlage und Spätfrostgefährdung. I—VII. — Forstw. Centrlbl. 1933—1934.

Geiger, R., Die Windbewegung auf Waldschneisen. — Bioklimat. Beiblätter 1934.

Geiger, R., Gibt es eine Lufttemperatur der bodennahen Luftschicht? — Biokl. Beibl. 1934.

Geßner, Alb., Auftreten von Rebschädlingen in Baden und Prüfung von Rebschädlingsbekämpfungsmitteln im Jahre 1932. — Weinbau u. Kellerwirtschaft XII, 1933.

Geßner, Alb., Auftreten von Rebkrankheiten in Baden und Prüfung von Rebschädlingsbekämpfungsmitteln im Jahre 1933. — Wein u. Rebe 1934 (16. Jahrg.).

Gößwald, K., Über Ameisengäste und -schmarotzer des mittleren Maingebietes. — Entom. Ztschr. Frankfurt XXXXVIII, 1934/35.

Gradmann, H., Die harmonische Lebenseinheit vom Standpunkt exakter Naturwissenschaft. — „Die Naturwissenschaften" 18. Jahrg., 1934.

Gryse, J. J. de, and **Schedl, K.,** An Account of the Eastern Hemlock Looper, *Ellopia fiscellaria* Gn., on Hemlock, with Notes on Allied Species. — Scient. Agriculture 1934.

Guéniat, Ed., Contribution à l'étude du developement et de la morphologie de quelques Elatérides (Coléoptères). — Mitteil. Schweiz. Entom. Ges. Vol. XVI, 1934.

Gusew, V. J., u. **Rimsky-Korsakow, M. N.,** Bestimmungsbuch der Schäden der Wald- u. Zierbäume u. Sträucher des europäischen Teiles der U. d. S. S. R. 429 S. mit 297 Abb. im Text. Leningrad, Staatsforsttechnischer Verlag, 1934. (Russisch.)

Haarhaus, J. R., Der Wiesenteich und seine Lebensgemeinschaft. Mit 32 Tafeln. Leipzig (J. J. Weber) 1935. Preis 0,90 RM.

Hamilton, C. C., Entoma. A Directory of Insect Pest Control Listing Insecticide Manufaktures etc. New Brunswick N. J. 1935.

Handschin, E., Beiträge zur Biologie der Büffelfliege (*Lyperosia exigua* de Meij.) und ihrer Parasiten. — Rev. Suisse de Zool. T. 40, 1933.

Handschin, E., Studien an *Lyperosia exigua* de Meij. und ihrer Parasiten I. Teil. *Lyperosia exigua* in Java und Nordaustralien.

Hart, P. C., Topboorderbestrijding en Paritenfauna. — Medd. van het proefstation voor de Java-Suikerindustrie Jahrg. 1934.

Hart, P. C., De Topboorderinfechtie van den jongen Aanplant. — Arch. Suikerind. Nederlandsch-Indië 1934.

Harukawa, Chukicki, and **Kumashiro, Saburô,** Heat as a Means as Controlling the Angoumois Grain Moth (*Sitotroga cerealella* Oliv.). — Ber. Ohara-Institut Bd. VI, 1934.

Harukawa, Chukicki, Takato Ryôiti and **Kumashiro, Saburô,** Studies on the Rice-Borer. III. On the Population Density of the Rice-Borer. — Berichte des Ohara-Instituts für landw. Forschungen. Kurashiki 1935 (97 S.).

Harukawa, Chukicki, and **Kumashiro, Saburô,** Studies on Fumigation with Chloropicrin. — Ber. Ohara-Institut 1934 (Bd. VI).

Hase, A., Über die Nichtverwendbarkeit der Petunien zur Anköderung (Fangpflanzen) für den Coloradokäfer. — Ent. Bl. 1934.

Hase, A., Begrüßungsansprache. Über alte und neue Entomologie. — Ent. Beihefte aus Berlin-Dahlem 1934.

Hase, A., Zur Geschichte der Ungezieferbekämpfung im Weltkriege. — Münch. Med. Wochenschr. 1934.

Hase, A., Zur Frage der Einführung ökologischer Bekämpfungsverfahren in Deutschland. — Die Gartenbauwissenschaft 1934.

Hase, A., Wohnungshygiene und Sperlingsnester. — Gesundheits-Ingen. 1935.

Hebard, Morgan, The Dermaptera and Orthoptera of Illinois. — Ill. Nat. Hist. Survey Bull. Vol. XX. Urbana, Ill. 1934 (152 S., 167 Abb. im Text u. 1 Taf.).

Hecht, Otto, Experimentelle Beiträge zur Biologie der Stechmücken. V. Über den Wärmesinn der *Anopheles maculipennis*-Rassen bei der Eiablage. — Arch. f. Schiffs- u. Tropen-Hygiene Bd. 38, 1934.

Hecht, Otto, Die Blutnahrung, die Erzeugung der Eier und die Überwinterung der Stechmückenweibchen. — Ebenda Bd. 37 (Beihefte), 1933.

Heerdt, W., A propos de la lutte contre les parasites dans les fabriques de chocolad. Brüssel 1933.

Heikertinger, Fr., Das Rätsel des *Papilio dardanus* und seine Lösung. — Biol. Zentralbl. 1933.

Heikertinger, Fr., Die Mimikrytypen der afrikanischen Papilioniden und ihr Verhältnis zu den nichtmimetischen Verwandten. — Ebenda 1934.

Heikertinger, Fr., Über das Vorkommen einiger seltener Halticinen. — Koleopt. Rundsch. 1934.

Heikertinger, Fr., Wie ist ein Manuskript auszustatten? — Koleopt. Rundschau 1934.

Heikertinger, Fr., Wie soll eine druckfertige Abhandlung aussehen und wie baut man sie? — Ebenda 1934.

Heikertinger, Fr., Ribbes Buch über das Sammeln in den Tropen. Ein Referat. — Ebenda 1933.

Henze, Otto, Sind die Hauptfragen des Vogelschutzes gelöst? — „Der Biologe" 1935.

Herold, W., Über einige Wohnungsschädlinge (*Glyciphagus, Lathridius, Ptinus, Tenebrio* u. *Lariophagus*). — Mitt. Ges. Vorratsschtz. 1933.

Herold, W., Etwas von unseren Mücken. — Swinemünder Zeitung 17. April 1935.

Herold, W., Noch einmal von den Mücken und ihrer Bekämpfung. — Ebenda 27. April 1935.

Hill, G. F., Australian *Hamitermes (Isopt.),* with Description of New Species and hitherto undescribed Castes. — Commonwealth of Australia. Pamphlet No. 52, 1935.

Holdaway, F. G., Standard Laboratory Colonies of *Eutermes exitiosus* Hill for Timber testing under controlled Condition. — The Journ. Austral. Inst. Agric. Sciences 1935.

Holdaway, F. G., Gay, F. J., and **Greaves, T.,** The Termite Population of a Mound Colony of *Eutermes exitiosus* Hill. — Journ. Counc. Sc. and Industr. Res. Vol. 8, 1935.

Holdaway, F. G., and **Mulhearn, C. R.,** Sheep Swear a Factor in Blowfly Attak of Sheep. — Nature Vol. 134, 1934.

Holdefleiß, P., Halskette aus Schmetterlingseiern in einem jungsteinzeitlichen Grabe. — Ent. Zeit. Frankfurt 1935.

Hukkinen, Yriö, Über die Koloradokäfer-Gefahr in Finnland. — Hels. Ponomat 1934, No. 325.

Hukkinen, Yriö, Über die Weißährigkeit der Gramineen. I. Streit über die Thysanopteren als Weißährigkeitserreger. — Journ. Scient. Agric. Soc. Finnland Vol. 6, 1934.

Hulverscheidt, Schutzmaßnahmen gegen den großen braunen Rüsselkäfer *(Hylobius abietis)* durch Fraßgift. — D. deutsche Forstwirt 1934, Nr. 46.

Ihssen, Beiträge zur Kenntnis der Fauna (Coleopt.) von Südbayern (1. u. 2.). — Entom. Blätter 1934.

Itano, Arao, and **Tuzi, Y.,** Investigation on the Jodine Contents in the Soils in Japan. — Ber. Ohara-Institut Bd. VI, 1934.

Japan. — Berichte des Ohara-Instituts für landwirtschaftliche Forschungen in Kurashiki. Herausgegeben von M. Kondo. Bd. VI, Heft 3 u. 4, 1934 u. 1935. (Mit zahlreichen Tafeln).

Johannsen, O. A., Aquatic Diptera. Part. I. *Nematocera,* Exclusive of *Chironomidae* and *Ceratopoginae.* — Cornell Univ. Agr. Exp. St. Mem. 164, 1934.

Johannsen, O. A., Aquatic Diptera Part. II. *Orthorapha-Brachycera* and *Cyclorrhapha.* — Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Mem. 177.

Junk, W., Bibliographia Coleopterologica. 323 S. u. einem Bildnis (Sigm. Schenkling). Preis geb. 6 RM.

Junk, W., Das Werden einer großen Encyclopaedie. Eine Jubilaeums-Schrift. s'Gravenhage 1935.

Junk, W., Dipterologi. Den Haag 1935.

Kalandra, Aug., u. **Pfeffer, Ant.,** Ein Beitrag zum Studium der Ulmengraphiose. Tschechisch mit deutscher Zusammenfassung. — Lesn. práce XIV, 1935.

Kalshoven, L. G. E., Indomalaysian *Nothopeus*-Species *(Col. Ceramb.),* remarks on their Foodplants, Identity and Mimikry. — Entom. Med. Nederl.-Indie Deel 1, 1935.

Kéler, S., Szkodniki drzew Leśnych. Obserwowaue przez polskie stacje ochrony roślin W. R. 1932. — Szkodniki Roślin, I, II, 1935.

Kéler, S., Szkodniki drzew i krzewów leśnych i ozdobnych. Obserwowaue przez polskie stacje ochrony roślin W. R. 1933. — Ebenda.

Kemper, H., Die Pelz- u. Textilschädlinge u. ihre Bekämpfung. — Hygienische Zoologie Bd. 7, 1935.

Kirchner, H. A., Über die Biologie und Ökologie der Zecken. — Der Biologe 1935.

Kobayashi, Kwan-ichi, Studies on the internal Anatomy of the Trypaneidae (Fruit-Flies). Mit 3 Taf. — Transact. Nat. Hist. Soc. Formosa XXIV, 1934.

Koernicke, M., Eindrücke auf meiner Sammelreise 1933/34 in dem Malaiischen Archipel. Bonn 1935.

Körting, A., Zur Bekämpfung der Kohlfliege. — Georgine, Land- u. Forstw. Zeit. Königsberg 1932.

Körting, A., Untersuchungen über die insektizide Wirkung einiger Fluorverbindungen. — Ztschr. f. Pflzkrkh. u. Pflzschtz. 1933.

Kolubajiv, S., Die Ergebnisse der Züchtung von parasitischen Insektenarten aus ihren Wirten in der staatlichen Versuchsanstalt in Prag in den Jahren 1929 bis 1933. — Casopis Cs. Spol. Entom. XXXI, 1934.

Kondo, M. — Siehe Japan.

Kopylówna, Natalja, Aus den Untersuchungen von nekrotischen Käfern im Bezirk Disna. — Trav. Soc. Sc. et Lettres Wilno 1935. (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.)

Kozhantschikov, J. W., Die Verbreitung der arktischen Agrotinen und die genetische Untersuchung dieser Fauna. — Zool. Ann. 1934.

Kozhantschikov, J, W., The distribution of injurious cutworms and their phytogenetic Development. Plant Protection 1935 (russisch mit engl. Zusammenfassung).

Kseneman, Mirko, Aptérygotes dans les environs des étangs de Lednice II. (Tschechisch mit franz. Resumé.) Prag 1935.

Kseneman, Mirko, Sur les espèces du genre *Pseudanurophorus* Stach 1922 et la description d'une espèce nouvelle du même genre de l'Europe centrale. — Acta Soc. Sc. Nat. Moravicae. T. IX, 1934. (Tschechisch mit franz. Resumé.)

Künkele, Th., Bayerns Wald- und Forstwirtschaft. — Das Bayernland 46. Jahrg., 1935.

Kutter, H., Die Bekämpfung der Konservenerbsenschädlinge im st. gallischen Rheintal. Untersuchungsbericht 1934. — Landw. Jahrb. der Schweiz 1934.

Langenbuch, R., Die bei der Kartoffelkäfer-Bekämpfung 1934/35 in Stade verwandten Spritzgeräte. — Die Technik in der Landwirtschaft 1935 (Jahrg. 16).

Legg, John, Recent Research into the „Redwater" Diseases of Queensland Cattle. — Journ. Counc. for Scient. and Industr. Research. 1935 (Australia).

Leibbrandt, F., u. **Heilig, Hilde,** Über den Einfluß der Witterung auf die Beschädigung der Pflanzen durch arsenhaltige Schädlingsbekämpfungsmittel. — „Weinbau u. Kellerwirtschaft" XII, 1933.

Leik, E., Ziel, Umfang und Bedeutung der Pflanzenökologie. — Der Biologe III, 1934.

Lemche, H., The Primitive Couleur-Pattern on the Wings of Insects and its Relation to the Venation. — Vidensk. Medd. Dansk, naturh. Foren Bd. 69, 1935.

Lentz, Otto, u. **Gaßner, Ludwig,** Schädlingsbekämpfung mit hochgiftigen Gasen. Heft 1: Blausäure; Heft 2: Äthylenoxyd (T-Gas). Berlin 1935.

Mackerras, J. M., Sheep Blowfly Investigations: Observations on the Mules Operation. — Journ. Counc. Sc. and Industr. Res. Vol. 8, 1935.

Maercks, H., Der Einfluß der Nahrung auf die Entwicklung der Nonnenraupe. — Arb. phys. u. angew. Ent. Berlin-Dahlem Bd. 2, 1935.

Maier-Bode, F. W., Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln um 1800. — Pflanzenschutz u. Schädlingsbekämpfung 1934.

Mahdihassan, S., Priority in Lac Research. — Current Science Vol. III, 1934.

Mahdihassan, S., Specificity of Parasiticism by *Eublemma amabilis.* — Ebenda 1935.

Mahdihassan, S., On the Nomenclature of Lac Insects. — Ebenda.

Mahdihassan, S., *Elasmus claripennis* Cam., a Hyperparasite of Lac Insects. — An. Ent. Soc. America 1934.

Malenotti, Ettore, Contro la *„Cydia pomonella"* L. — L'Italia Agricola 1933.

Malenotti, Ettore, Fluorosilicato di Bario e Tipule. — Il Culv. e Giorn. Vinic. Ital. 1933.

Malenotti, Ettore, Contro le Cimici del Frumento. — L'Italia Agricola 1933.

Malenotti, Ettore, Terzo contributo alla lotta contro i nemici del melo. — L'Italia Agricola 1935.

Malenotti, Ettore, Contro la *Recurvaria nanella* Hübn. — Atti Acc. Agr., Sc. e Lettere Verona 1935.

Malenotti, Ettore, La Carruga della vite *(Anomala).* — Il Coltiv. e Giorn. Vinicolo Ital. 1935.

Marshall, W. S., The development and structure of the eyes, ocelli, of the female black scale, *Saissetia oleae* Bern. — J. Morph. v. 57 (1935).

Marshall, W. S., The sense organs upon the dorsal surface of the female Black Scale, *Saissetia oleae* Bern. *(Cocc. Hemips.).* — An. Entom. Soc. America XXVIII, 1935.

Martini, E., The Hypopygia of certain *Anopheles* (*Dipt., Culicidae*). — Proc. Ent. Soc. Washington 1933.

Martini, E., Angewandte Biologie. — Der Biologe III. Jahrg. 1934.

Martini, E., Über den Salzgehalt der Gewässer und die Malarialage. — Ent. Beih. Berlin-Dahlem Bd. I, 1934.

Martini, E., u. **Teubner, E.,** Über das Verhalten von Stechmücken, besonders von *Anopheles maculipennis* bei verschiedenen Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten (mit 10 Abb. u. 31 Tabellen). — Beihefte z. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhygiene 1933.

Maurizio, A., Beiträge zur Kenntnis der Pilzflora im Bienenstock. I. Die Pericystis-Infektion der Bienenlarven. — Ber. Schweiz. Bot. Gesellschaft 1935.

Meier, K., Bienenzucht und Baumbespritzung. — Schweiz. Bienenztg. 1935.

Meyer, H., Holzschutz gegen die Bohrmuschel durch Xylamon. Silva 1935.

Minkiewicz, R., Les types de comportement des mâles de Sphégiens. — Bull. Ent. Potogne T. XIII, 1934.

Minkiewicz, R., Les Pompilides à nid fixe et ceux à nid momentané. — Bull. Ent. Pologne T. XIII, 1934.

Minkiewicz, R., *Myrmosa brunnipes* Lep. et autres Hyménoptères Aculéates meridionaux ou rares, trouvés en Pologne centrale. — Fragm. Faunistica Musci Zool. Polonici T. II, 1935.

Minkiewicz, St., Szkodniki sadów. Obserwowane w polsce WR. 1932 u. 1933. — Szkodniki roślin T. II, 1935.

Mirva, Yûshirô, The Fauna of Elateridae in the Japanese Empire. — Dep. Agr. Gov. Res. Inst. Formosa, Japan Rep. No. 65, 1934 (288 S. u. 9 Taf., 3. Teil color.).

Modrzejewska, Helena, Misecznik śliwowy (*Lecanium corni* Bché) (Flugblatt) 1934.

Modrzejewska, Helena, Kwieciak jabłkowiec *(Anthonomus pomorum* L.). (Flugblatt) 1934.

Mordvilko, A., Die Blattläuse mit unvollkommenem Generationszyklus und ihre Entstehung. — Ergeb. u. Fortschritte d. Zool. 8. Bd., 1935 (290 S. mit 217 Abb.).

Morgenthaler, O., Bienenkrankheiten im Jahre 1934. — Schweiz. Bienenzeitung 1935.

Morgenthaler, O., Eine Bienenreise nach dem Münstertal und dem Puschlaw. — Ebenda.

Morgenthaler, O., François Huber und seine Gegner. Ebenda 1934.

Morawski, F., Pasorzyty wtóme szkodników leśnych z nadrodziny Chalcidoidea. — Institut für Forstschutz u. Entomologie d. Hochschule f. Bodenkunde in Warszawa (Polen) 1934.

Morstatt, H., siehe Bibliographie usw.

Müller, K., Erfahrungen in der Schädlingsbekämpfung im Jahre 1932 in den deutschen Weinbaugebieten. — Weinbau u. Kellerwirtschaft XII, 1933.

Müller, K., Entwicklung der Rebschädlingsbekämpfung in Deutschland und ihr heutiger Stand. — „Der deutsche Weinbau" 1933.

Müller, K., XIV. Jahresbericht des Badischen Weinbauinstitutes in Freiburg i. Br. für das Jahr 1934.

Netolitzky, Fr., Farbstoffschwund bei Käfern im Nordseegebiete. — Zool. Anz. Bd. 112, 1935.

Neuheiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes. Herausgegeben von der Bundesanstalt f. Pflanzenschutz in Wien. Redigiert von Dr. L. Fulmek. 28. Jahrg., Folge 1—6, 1935.

Nicholson, A. J., Scientific Method in the Study of Biology. — The Journ. Australian Inst. Agric. Science 1935.

Nunberg, M., Klucz do oznaczania, wazniejszych szkodliwych owadów leśnych. — Warschau 1935 (287 S. u. 359 Abb. im Text).

Ohara-Institut, siehe **Harukawa.**

Oliveira Filho, M. L. de, Combate á Saúva (*Atta*). — São Paulo 1935 (72 S. mit 57 Abb.).

Pagast, F., Chironomidenstudien. — Stett. Ent. Ztg. 1933.

Pagast, F., Über die Metamorphose von *Chironomus xenolabis* Kieff., eines Schwammparasiten. — Zool. Anz. 1934.

Pagast, F., Chironomiden aus der Bodenfauna des Usma-Sees in Kurland. — Folia Zool. et Hydrobiol. 1931.

Pandazis, G., La faune des Culicides de Grèce. — Acta Inst. et Mus. Zool. Univers. Atheniensis T. I, Fasc. 1/2, 1935.

Paromonow, A. J., Zur Frage nach dem Einfluß der Beschädigung durch *Porthethria dispar* in betreff des Eichenzuwachses in der Krim. — Travaux d. Musée Zool. 1934. Russisch mit deutscher Zusammenfassung.

Paromonow, A. J., Notizen über Forstentomologie. — Ebenda.

Paromonow, A. J., Zur Frage nach der forstwirtschaftlichen Bedeutung von *Dasychira pudibunda* L. — Travaux Mus. Zoolog. (Russisch mit deutscher Zusammenfassung.)

Petrusewicz, K., *Lycosa riparia* C. L. Koch, *L. riparia sphagnicola* Dahl. und *L. montivaga* Kulcz. — An. Mus. Zool. Pol. Tome XI, 1935.

Petrusewicz, K., Wolfspinnen des nordöstlichen Polesie und des südlichen Gebietes des Kreises Nowogródek. — Trav. Soc. Sc. et Lettres de Wilno 1935.

Ploetz, Alfred, Die Begriffe Rasse und Gesellschaft, die davon abgeleiteten Disziplinen und damit zusammenhängenden allgemeinen Probleme. — Arch. f. Rassen- u. Ges. Biologie 1935 (Bd. 28).

Provaglio, G., Le Agrotidi. Mezzo per combatteri. — Osserv. Fitopath. Verona 1933.

Prüffer, Jan, Quelques unes recherches sur l'odeur sexuelle chez les femelles de *Lymantria dispar* L. (Polnisch mit französ. Zusammenfassung.) — Trav. Soc. Sc. et Lettres Wilno 1935.

Raciecka, M., Neue Diagnosen der von I. Dziedzielewicz beschriebenen Trichopterenformen. Konowia 1934.

Raciecka, M., Beitrag zur Kenntnis der Trichopterenfauna von Polen. — Bull. Ent. Pologne 1933. (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.)

Recherches sur l'écologie des animaux terrestres. — Ac. Sc. d'Ukraine, Trav. de l'Inst. de Zoologie et Biologie Vol. II. Kieff 1935. (263 S.)

Rhumbler, L., Organe des tierischen Körpers. — Handwörterb. d. Naturw. 2. Aufl.

Rhumbler, L., Correlation. — Ebenda.

Rhumbler, L., Urzeugung. — Ebenda.

Rhumbler, L., Wachstum der Tiere. — Ebenda.

Rhumbler, L., Körperregionen und Bauplan der Tiere. — Ebenda.

Ripper, W., Die Bekämpfung des Rübenerdflohes. — „Die Landeskultur" 1935.

Ripper, W., Moderne Pflanzenschutzmaschinen im Feldbau. — Neuheiten auf d. Geb. des Pflanzenschutzes. 1935.

Roark, R. C., A review of non-chemical United States Patents issued from 1917 to 1933 (incl.) relating to insect control. — U. S. Dep. Agr. 1935.

Roark, R. C., Review of United States Patents relating to pest control. — U. S. Dep. Agric. Bur. ent. and plant Quar. vol. 8, 1935, Nr. 1—8.

Rohmeder, E., Der Nonnenfraß 1889/91 und der Wirbelsturm vom 14. Juli 1894. Dissertation. München 1933. (118 S.)

Ross, H., Reinkulturen pilzlicher Symbionten von Insektenlarven. — Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1934 (Bd. LII).

Rubner, K., Das natürliche Waldbild Europas. — Ztschr. f. Weltforstwirtschaft Bd. II, 1935.

Rudnew, F., Methoden zur Feststellung der Befallsstärke der Kieferneule *(Panolis flammea* Schiff.). — Ac. Sc. Ukraine Vol. II, 1935.

Ruffo, Sandro, Sul brachitterismo nella specie *Gryllotalpa gryllotalpa* L. — Atti Acc. Agr., Sc. e Lettere Verona 1935.

Ruszkowski J. W., Tableau coinparatif des essais sur efficacité de divers moyens de lutte contre les ennemies des plantes, faits en Pologne pendant les années 1931, 1932 et 1933. (Polnisch.) — Rocznik Ochrony Roślin. Warschau 1934.

Ruskowski, J. W., Szkodniki Sadów. Obserwowane w Polke W. R. 1931. — Szkodniki Roślin T. II, 2. Warszawa 1935.

Ruszkowski, J. W., Szkodniki Wieložerne Pol i Warzywników. Obserwowane w Polske w Latach 1931, 1932 i 1933. — Ebenda.

Ruszkowski, J. W., Szkodniki Roślin Polnych i Warzywnych. Obserwowane w Polske w Latach 1931, 1932 i 1933. — Ebenda.

Sattler, Erneutes Massenauftreten der Runkelrübenmotte *Phthorimaea (Lita) ocellatella* Boyd. in Hessen. — Nachrbl. dtsch. Pflanzenschutzd. 15. Jahrg., 1935.

Schimitschek, E., Forstschädlingsauftreten in Österreich 1927—1933. — Ctrbl. f. d. ges. Forstwesen 1935.

Schimitschek, E., Die Forstentomologie in Österreich. — Arb. phys. angew. Ent. Berlin-Dahlem 1935.

Schimitschek, E., Die forstentomologischen und forstschutzlichen Arbeiten im Gebiete von Lunz am See. Wien 1935.

Schimitschek, E., Führer zur Wälderschau des Niederösterreichischen Forstvereins 1935 im Gebiete von Lunz am See. Wien 1935.

Schmidt, W., Rüsselkäfer-Bilanz. Wege zum Neuausbau des Forstschutzes. Berlin (Steup & Bernhard) 1934. (172 S., 4 Tafeln.)

Schmidt, Erich, Über die wahren Cerci der Odonaten-Imagines. — Zool. Anz. 1933 (Bd. 103).

Schneider-Orelli, O., Herrn Dr. med. Anton von Schulthess zum 80. Geburtstag. — Mitt. Schweiz. Entom. Ges. XVI (Heft 5), 1935.

Schönwiese, F., Die *Lophyrus*-Kalamität 1931/32 in Kärnten. — Ctrbl. f. d. ges. Forstwesen 1935.

Schütze, K. T., *Epiblema tedella Cl.* und *proximana* Hw. — Ent. Ztschr. Frankfurt 1934.

Schwaiger, A., Die nationale Bindung der Wissenschaften. München 1935.

Schwartz, W., Über Versuche mit „Hylarsol" gegen *Hylobius abietis* in der Stadtforst Fürstenwalde/Spree. — Z. f. Forst- u. Jgdw. 1933.

Schwartz, M., Kartoffelkäferbekämpfung in Zahlen. — Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzdienst 1935.

Schwartz, M., Der Kartoffelkäfer. — Flugblatt Nr. 120 der Biol. Reichsanstalt 1935.

Schwerdtfeger, F., Untersuchungen über die Mortalität der Forleule *(Panolis flammea* Schiff.) im Krisenjahr einer Epidemie. — Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwissenschaft 1934.

Schwerdtfeger, F., Kleine Beiträge zur Kenntnis der Forleule *(Panolis flammea* Schiff.). — Forstw. Centrlbl. 1935.

Schwerdtfeger, Fr., Studien über den Massenwechsel einiger Forstschädlinge. 1. Das Klima der Schadgebiete von *Bup. piniarius* L., *Panolis flammea* Schiff. und *Dendrolimus pini* L. in Deutschland. — Z. f. Forst- u. Jgdw. 1935.

Sedlaczek, W., Über Tannenkrankheiten und Tannensterben im nördlichen Wienerwald und anderen Gebieten Österreichs. — Ctrbl. ges. Forstw. 1935.

Seiler, J., Ergebnisse aus Kreuzung parthenogenetischer und zweigeschlechtlicher Schmetterlinge. III. — Revue Suisse Zool. T. 42, 1935.

Shelford, V. E., Some concepts of Bioecology. — Ecology Vol. XII, 1931.

Shelford, V. E., Basis Principles of the Classification of Communities and Habitats and the Use of Terms. — Ecology Vol. XIII, 1932.

Shibata, Kiknö, Studies on the Supercooling Death of Insects. — Mem. Fac. Sc. and Agric. — Taihoku Imp. Univ. Vol. XVI, 1935.

Shibata, Kiknö, Studies on the Death-Temperature of a Fruit-fly, *Chaetodacus cucurbitae* Coqu., at the Frozen State and the Influence of Undercooling upon Its Temperature. — Ibidem.

Shiraki, Tokuicki, Orthoptera of the japanese Empire (Part IV) *Phasmidae.* — Mem. Fac. Sc. and Agric. Taihoku Imper. University XIV, 1935.

Šimana, K., Tätigkeitsbericht des staatl. forstl. Versuchswesens in der tschechoslowakischen Republik 1931. Praze 1932.

Sitowski, L., Rubrismus bei *Arctia caja* L. (*Lep.*). — Mitt. D. ent. Ges. 6 (1935).

Speyer, W., Die an der Niederelbe in Obstbaum-Fanggürteln überwinternden Insekten. V. u. VI. Coleoptera : Chrysomelidae u. Rest. — Z. f. Pflzkrkh. u. Pflzschtz. 1935.

Springensguth, W., Physiologische und ökologische Untersuchungen über extraflorale Nektarien und die sie besuchenden Insekten. — Ökol. Arb. Univ. Rostock Nr. 1 (80 S.).

Subklew, W., Grundsätzliches zur Kornkäferbekämpfung, insbesondere zur Frage der Silobegasung. — Nachr. über Schädlingsbekämpfung 1935, Nr. 3.

Stadler, Hans, Ein neuer Ichneumonide aus Schwammspinnerraupen *(Lymantria dispar* L.). — Entom. Anz. XIII, 1933.

Steele, H. V., Thrips Investigation: Some Common *Thysanoptera* in Australia. — Commonwealth of Australia, Pamphlet No. 54, 1935.

Suomen Hyönteistieteellinen Aikakauskirja. Annales entomologici fennics. Herausgegeben von Uunio Saalas, Yrjö Hukkinen, Eski Kangas, W. M. Linnaniemi u. Niilo Vappula. — Bd. 1, Heft 1 bis 4, 1935.

Takahashi, Ryoichi, Some new species of *Aphididae* of Sumatra. Miscellana zool. Sumatrana XCI. Medan 1935.

Takahashi, Ryoichi, Notes on the *Aleyrodidae* of Japan (Homoptera) I u. II. — Nippon Entom. Soc. Vol. VIII u. IX, 1934/35.

Takahashi, Ryoichi, On the chinese species of *Thoracaphis,* with notes on some related forms *(Aphididae).* — Lingnan Science Journal Vol. 14, 1935.

Takahashi, Ryoichi, A new Whitefly from China *(Aleyrodidae).* — Ebenda Vol. 13, 1934.

Takahashi, Ryoichi, Observations on the *Coccidae* of Formosa Part. V, *Aleyrodidae* of Formosa Part IV. — Taihoku (Formosa) 1935.

Takahashi, Ryoichi, Additions to the Aphid Fauna of Formosa *(Hemiptera).* II. — The Philippine Jour. of Science. Manila 1933.

Thienemann, Aug., Die Bedeutung der Limnologie der Gegenwart. — Stuttgart (Schweizerbart) 1935.

Thomsen, M., A comparative study of the development of the *Stomoxydinae* (espec. *Haematobia stimulans* Meig.) with remarks on other coprophagous Muscids. — Proc. Zool. Soc. London 1935.

Tillyard, R. J., The entomological control of noxious weeds in the pacific region. — Fifth Pacific Science Congress (Australia).

Tonnoir, A. L., Notes on the Genus *Hexamera* B. and B. (Dipt. Tachin.). — Commonwealth of Australia. Pamphlet No. 52, 1935.

Tonnoir, A. L., The Australian Species of the Genus *Phlebotomus.* — Bull. Ent. Res. London 1935.

Trägårdh, Ivar, Über die Organisation der forstlichen Entomologie in Schweden. — Arb. phys. u. angew. Entomologie Berlin-Dahlem Bd. 2, 1935.

Trägårdh, Ivar, och **Butovitsch, Viktor,** Redogörelse för Barkborrekampanjen efter Stormhärjningarna 1931—1932. (Bericht über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer nach den Sturmschäden 1931—1932). — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Häfte 27, No. 1. Stockholm 1935. (268 S. u. 60 Abb.) Schwedisch, mit deutscher Zusamenfassung.

Trappmann, W., u. **Nitsche, G.,** Beiträge zur Giftbestimmung und zur Kenntnis der Giftwirkung von Arsenverbindungen. — Mitt. Biol. Reichsanst. 1933.

Tsai Pang-Hwa, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Eiablage der *Calandra granaria.* — Agricult. Sinica Vol. I, 1934.

Vevers, Steele, H., Thrips Investigation: Some Common *Thysanoptera* in Australia. — Commonwealth of Australia, Pamphlet No. 54. Melbourne, April 1935.

Vietinghoff, A. von, Die neuen Bestrebungen des forstlichen Naturschutzes in Deutschland mit besonderer Berücksichtigung des Vogelschutzes. — Ztschr. f. Westforstwirtschaft 1935.

Vos, B. de-de Wilde, siehe De Vos-deWilde.

Voûte, A. D., Twee Beschadigers van Jonge Manggaloten. Two minor pests of young Mango Shoots *(Chlumetia transversa* and *Bombotelia jacosatrix).* — Landbouw 1934.

Voûte, A. D., De Djeroek-Mineerrups *(Phyllocnistis citrella* St.). — Landbouw X. 1934/35.

Voûte, A. D., Der Einfluß von *Ageniaspis* sp. auf ihren Wirt *Phyllocnistis citrella* Staint. unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen. — Arch. Néerl. Zool. Tom 1, 1935.

Weber, H., Der Bau der Imago der Aleurodinen. Ein Beitrag zur vergleichenden Morphologie des Insektenkörpers. Mit 14 Tafeln, 15 Textabb. u. 1 Tabelle (71 S. in gr. 4°). — Zoologica 33. Bd., 6. Lieferung. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele). Stuttgart 1935. Preis 35 RM.

Wengrisowna, Janina, Mrówki okolic Trok i Wilna. (Die Ameisen der Umgebung von Troki und Wilno.) — Trav. Soc. Sc. et Lttr. de Wilno T. VII, 1933.

Weyer, Fr., Über drüsenartige Nervenzellen im Gehirn der Honigbiene, *Apis mellifica* L. — Zool. Anz. Bd. 112, 1934.

Weyer, Fr., Über den Cl-Gehalt und das pH verschiedener Brutgewässer von *Anopheles maculipennis* in Norddeutschland und die Beziehungen zur Rassenfrage. — Arch. für Hydrobiologie 1934.

Weyer, Fr., Die Variabilität der Größe bei den Rassen von *Anopheles maculipennis*-Werten unter natürlichen Bedingungen und im Experiment. — Arch. f. Schiffs- u. Tropen-Hygiene Bd. 39, 1935.

Weyer, Fr., Die Rassenfrage bei *Culex pipiens* in Deutschland. — Ztschr. f. Parasitenkde. 8. Bd., 1935.

Wheeler, W. M., Biology and Society. Animal Societies. — The Scient Monthly, Oktob. 1934.

Wheeler, W. M., Neotropical Ants, collected by Dr. Elisabeth Skwarra and others. — Bull. Mus. Comp. Zool. 1934.

Wheeler, W. M., 13 weitere systematische Arbeiten über Ameisen.

Wiesmann, R., Die Kirschfliege und ihre Bekämpfung. — Flugschrift Nr. 22. Wädenswil 1934.

Wiesmann, Rob., Untersuchungen über den weiblichen Genitalapparat, das Ei und die Embryonalentwicklung des Apfelwicklers *Carpocapsa pomonella* L. — Mitt. Schweiz. Ent. Gesellschaft XVI, 1935.

Wille, J., Las Queresas de las Plantas Citaicas y métodos para combatiolas. — Min. de Fomento Circ. No. 26, 1934.

Wille, J., Les especies peruanas de moscas de la fruta del género *Anastrepha* Schiner (Fam. *Trypetidae*). — Min. de Fomento Circ. No. 27, 1934.

Wille, J., Der „Perforador de la belotta" *Mescinia pernella* Schaus, ein wichtiger Schädling der Baumwolle (Lep. *Pyralidae*). — Rev. de Entom. Vol. 4, fasc. 4, 1934.

Wille, J., Dos informes sobre el Arrebiatado, *Dysdercus ruficollis.* — Minist. de Fomento Informe No. 28, 1935 (Peru).

Wille, J., Acción de las temperaturas bajas sobre las moscas de la fruta del genero Anastrepha, que atacan los frutos en le Peru. — Minist. de Fomento Informe No. 30, 1935.

Wille, J., Der Zuckerrohrschädling *Anacentrinus saccharidis* Barb. *(Col. Curcul.).* Seine Massenvermehrung und die anderer Schädlinge in Peru in den Jahren 1930 bis 1931. — Tropenpflanzer 1934.

Wimmer, E., Auftreten der Douglasienlaus im südwestdeutschen Walde. — Anz. f. Schädlingskunde XI, 1934.

Yokoyama, Tadao, On the Heart-beat in the Embryo of the Silkworm, *Bombyx mori* L. — Proc. Imp. Ac. V (1929).

Yokoyama, Tadao, Studies on the Heartbeat in the Silkworm *Bombyx mori* L., with special reference to the cause of its reversal. — Bull. Imp. Sericult. Exp. 1934.

Yokoyama, Tadao, Glycogen in the tissue of the Silkworm. — Ebenda 1934.

Zacher, Fr., Die Vorratsschädlinge Ägyptens. — Mitt. Ges. f. Vorratsschutz 1933.

Zolk, K., Versuche zur Prüfung der Klebefähigkeit verschiedener Raupenleime im Jahre 1933. — Verhdl. Ausschuß, Versuchswesen in Estland No. 32. Tartus 1934. Estnisch mit deutscher Zusammenfassung.

Zolk, K., Massenauftreten der Fritfliege (*Oscinella frit* L.) in Eesti im Herbst des Jahres 1934. — Mitt. Versuchst. angew. Ent. Univers. Tartu No. 31. Tartus 1935. (Estnisch mit deutscher Zusammenfassung.)

Zunker, M., Die Abtötung von Dassellarven mit Derris-Extrakten. — Berl. Tierärztl. Wochenschr. 50 (1934).

Zur Strassen, O., Plastisch wirkende Augenflecke und die „geschlechtliche Zuchtwahl". Jena (Gustav Fischer) 1935.

Zweigelt, F., Die Markkrankheit in Österreich. — „Das Weinland" 1935.

Zwölfer, W., Der Waldmistkäfer, *Geotrupes silvaticus* Pz., als Steinpilzschädling. — Anz. f. Schädlkde. XI, 1935.

Zwölfer, W., Die Bedeutung der Schädlingsbekämpfung für die Kolonialwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Wanderheuschreckenplage. — Tropenpflanzer 38. Jahrg., 1935.

Autorenregister.

A.

Adam 412, 434.
Ahmet, Tevfik 506.
Altum 63, 75, 95, 643, 645, 649, 651.
Andersen 117.
Arnim, Frhr. v. 533.
Arnoldi 199, 434.
Arribálzaga 211, 435.

B.

Bachmetjews 535, 540, 544, 545, 548, 556.
Baer 513, 516, 591, 602.
Balch 378, 382.
Baranetzky 75, 96.
Barbey 65, 72, 88, 95, 645, 651.
Bargmann 644, 651.
Barnaul 490.
Bates 186, 435.
Baudisch 651.
Baunacke 310, 329.
Belajeff 63, 96.
Belt 186, 212, 224, 388, 395, 400, 401, 404, 435.
Bensley 292.
Bequaert 187, 386, 435.
Berg, v. 643, 651.
Bienko 506.
Bischoff 269, 270, 294.
Bischofshausen, von 56.
Blunck 2, 10, 24, 98, 294, 329.
Boas 360, 382.
Bock 117.
Bodenheimer 2, 10, 23, 24, 49, 98, 467, 535, 536, 544, 546, 549, 556
Bodenheimer, F. S., und Sambursky 556.
Bodenheimer, F. S., und Schenkin 556.
Böhner 653.
Böttner 298, 329.
Bogdanow-Katikow 656.
Borgmeier 188, 194, 392, 424, 435.
Bouché 282, 285, 294.
Bouin 290, 292.
Brehm 75, 95.
Bremer 121, 128.
Bremer und Kaufmann 467.
Brischke 282, 284, 294.
Britton 372, 382.
Brown 148.
Bruch 187, 203, 223, 400, 401, 402, 403, 435.
Buchner 386, 435.
Buck, de 242, 246, 247, 252.
Buk 596.
Bumpus 517.
Bußmann 440.

C.

Calwers 95.
Carnoy 292.
Caulle, de 379.
Cecconi 64, 65, 66, 95, 160.
Cemil, Bey 465.
Censky 548.
Chapmann 49.
Charlmagne 88.
Chittenden 303, 319, 329.
Cholodkovsky 65, 68, 96, 117.
Chorbadziev 506.
Christiansen-Weniger 506.
Chusmann 632, 633, 635, 641.
Cimbal, W., und Schmalfuß 441.
Claus 117.
Clayton 580, 602.
Clusius 568.
Cook 24, 166, 184, 353, 383, 394.
Cook, Mc. 436.
Čorbadzev 160, 506.
Costa Lima, da 188.
Craighead 42, 44, 49.
Craveri 95.
Crawford 146, 148.
Criddle, Norman 148.
Crosby 128, 631, 633, 641.
Cruz, da 188.
Curran 148.
Czapek 49.

D.

Dahl 271.
Dankelmann 651.
Darwin 517.
Daviault 34, 49.
Degeer 282, 294.
Degesch 3.
Degner 294.
Deward 536.
Dingler 295, 329, 330, 651.
Döbner 645.
Drastich 99, 110,
Ducleaux 21, 24.

E.

Eckstein 95, 316, 317, 329, 366, 367, 369, 372, 383, 463, 506, 643, 651.
Eggers 160.
Eichelbaum 651.
Eichhoff 644, 647, 648, 649, 651.
Eidmann 166, 167, 184, 185, 352, 353, 357, 374, 383, 385, 435, 437, 440, 514, 556, 580, 602.
Eliescu 256, 258, 294, 334, 341, 352, 353, 357, 358, 367, 368, 369, 373, 383.
Emery 193, 194, 209, 435, 414.
Enslin 263, 294, 333, 334, 383.
Escherich 1, 2, 28, 63, 67, 75, 89, 95, 117, 143, 156, 181, 184, 186, 187, 199, 203, 209, 213, 219, 230, 239, 333, 337, 379, 383, 388, 390, 396, 403, 428, 429, 431, 435, 515, 516, 522, 534, 535, 538, 540, 548, 549, 551, 556, 583, 588, 593, 598, 599, 602, 645, 651.
Espinas 386.

F.

Fabre 96.
Fahlberg-List, A.-G. 187.
Fahringer 558, 564, 586.
Fankhauser 599.
Ferit Faik Bey 465, 494.
Ferrant 651.
Fintelmann 334, 339, 340, 361, 366, 367, 369, 371, 375, 377, 383.
Fluiter, de 369, 379, 383.
Flury 438.
Folsom, J. W. 518.
Forel 401, 403, 435, 514.
Fox, Wilson 28.
Friedrich 145, 271, 272, 294, 530, 532, 535, 545, 546, 556, 580, 602.
Frisch, v. 203, 435.
Frohberg 304, 306, 329.
Fürst 643, 651.
Fulmek und Ripper 655.

G.

Gahan 631, 632, 633, 641.
Gallardo 187, 435.
Gasow 118, 128, 588.
Gaulle, de 383.
Gause 517.
Georgi, Dr. Dr. h. c. 163.
Germar 603.
Gibson 146, 148, 151, 154.
Gilliway, Mc. 518.
Girault 638, 654, 656, 658.
Glück 649, 651.
Gnadinger 519.
Goeldi 187, 435.
Goering 51.
Görnitz 340, 383.
Gößwald 331, 337, 342, 345, 348, 352, 357, 361, 364, 379, 383, 521, 532.
Goetsch 199, 387, 393, 436.
Goffart 121, 128.
Golyschew 117.
Gornostajew 65, 68, 96.
Gradoevië 160.
Grandi 327, 329.
Graveri 68.
Greese 75, 96.
Grinberg 476, 487, 488, 506.
Grob 476, 479, 494, 506.
Großheim and Pjatokova 642.
Grüßner 118.
Gryse, de 147.
Güde 565, 569, 602.
Gusew 162, 656.

H.

Harris 517.
Harrison 42, 49.
Hartig 294.
Hase 1, 3, 9, 11, 25, 169, 175, 178, 294.
Hatschek 117.
Headlee 25, 49, 166, 184.
Hecht 242, 245, 252.
Heinz 57.
Hellmann 506.
Helly 292.
Hennessey 147.
Henninger 350, 382.
Henschel 644, 651.
Henze 375, 383.
Herford, G. M. 26.
Hering 338, 383, 655.
Herter 223, 436, 536, 553, 557.
Hertz 367, 371, 373, 379, 383.
Heß 648, 651.
Heß-Beck 651.
Heß und Nitsche 647.
Hirschler 117.
Hoffmann 369, 375, 384.
Holdaway 49.
Holleben v. 643, 647, 651.
Hollemann 122, 128.
Hopkins 42, 45, 49.
Hsin, C. S. 253, 294.
Hubber 642.
Huber 187, 218, 239, 407, 417, 419, 436.
Huchel 298, 299, 300, 301, 303, 305, 307, 313, 320, 329.
Hukkinen 657.
Hunter 124.

I.

Ihring, v. 187, 218, 221, 239, 416, 417, 428, 436.

J.

Jablonovski 468, 476, 477, 479, 481, 482, 486, 487, 488, 490, 494.
Jacoby 211, 216, 223, 232, 233, 412, 416, 437, 516.
Jahnke 299, 300, 329.
Janda 99.
Janisch 1, 2, 3, 9, 11, 12, 18, 20, 21, 25, 98, 117, 165, 166, 167, 171, 175, 178, 180, 181, 182, 184, 274, 452, 453, 460, 462.
Janisch, E., und Abdel Aziz Ali Elsayed Ganbu 462.
Jazentkowskij 656.
Jelatschitsch 70, 96.
Jeschinow 117.
Judeich 63, 67, 90, 95.
Judeich und Nitsche 96, 651.

K.

Kaltenbach 282, 294.
Kangas 657.
Kapelkin 96.
Kardos-Pappenheim 292.
Karl 294.
Karpinski 160.
Keller 64, 89, 96.
Kemper 657.
Kennel 511.
Kerim Ömer 506.
Kiil 199, 203, 436.
King 147.
Kirkpatrick 654.
Kleine 87, 96, 157.
Klug 604.
Knoche 98, 117, 535, 538, 557.
Koch 162, 599, 651, 656.
König 49.
Köppen 506.
Kolkwitz 191, 436.
Kolubajiv 511, 586, 588, 602.
Komárek 98, 99, 117, 513, 542, 557.
Kotte 506.
Kovacevic 506.
Kozhantschikov 2, 19, 20, 24, 25, 171, 179, 452, 462.
Kozhantschikov I, und Maslova 462.
Kraneveld 141, 142.
Krasnyuks 127, 130.
Krassitschik 492.
Krenn 573, 602.
Krieg 303, 329.
Krogh 117.
Kühn und Henke 3, 25.
Kull 292.
Kunike 604, 615, 621.

L.

Langenbuch 122, 130.
Larson 45, 49.
Larson and Fisher 27, 49.
Laubert und Wilke 330.
Laubmann 193.
Lavroff 96.
Leiß 118.
Lesne 320, 321, 322, 330.
Leusow 255.
Levkovetza 488, 489, 507.
Lieber und Böhne 311, 330.
Lindemann 65, 96,
Linnaniemi 657.
Linné 194.
Linnikoff 82.
Lodka 161, 271, 517, 518.
Loos 651.
Lovendal 644, 645, 651.

Lucas 96.
Ludwig 166, 184.
Lufft 145.
Lunardoni 65, 89, 96.

M.

Maerks 462, 612.
Mahlke-Troschel 96.
Majet 64, 96.
Mann 186, 194, 436.
Martini 162.
McLaine 146, 153.
McDunnough 148, 294.
Metschnikoff 492.
Michaeli 51.
Michal 113, 117.
Middleton 283, 294.
Miestinger 506.
Möller 186, 387, 388, 393, 394, 395, 396, 398, 399, 400, 401. 402, 403, 436.
Mokrzecki 63, 96, 633, 641.
Müller 193.
Muhlis Bey 465.

N.

Negrash 476, 484, 506.
Neiva 188.
Nielsen 632.
Nieschulz 131, 138, 140, 141, 142, 537, 557.
Nitsche 63, 67, 90, 96, 122, 127, 128, 130, 516, 647, 648, 649.
Nördlinger 64, 68, 96, 644, 647, 648, 651.
Novicki 96.
Nüßlin-Rhumbler 65, 96.
Nunberg 649, 652, 655.

O.

Ófele 653.
Ogloblin 506.
Ohnesorge 604
Oliveira 213, 219, 230, 431.
Opel 644, 652.

P.

Palenitschko 199, 436.
Parker 21, 25, 166, 184.
Paul 567, 602.
Pauly 535, 557.
Payne 2, 3, 22, 24, 25, 182. 184, 535.
Peairs 2, 10, 25.
Pearl 517.
Pearson 517.
Peyrimhoff de 160.
Pfeffer 157, 160, 308, 520.
Phillips 632, 642.
Pjatakowa und Großheim 633.
Pohle 193.
Polejaeff 369.
Polimanti 117.
Polubojarinow 656.
Portchinsky 641.
Prell 516.
Pringsheim 602.
Przibram 341, 384.
Pütter 28, 40, 49, 545, 550, 557.
Puster 51.
Puzanova-Malysheva 631, 642.

R.

Raignier 422, 436.
Rambousek 506.
Rammner 658.
Ratzeburg 64, 66, 69, 89, 96, 535, 557, 583, 585, 586, 588, 589, 590, 596, 602, 652.
Réaumur 282, 294.
Regnault 610.
Reh 156.
Reißig 590.
Reitter 65, 96, 160.
Remisi Bey 465.
Rettich 332, 373, 379, 384.
Riley 540.
Rimsky-Korsakov 162, 632, 635, 641, 656.
Ritter 652.
Robinson 535, 545, 546, 548, 557.
Rodzianko 641.
Rösch 203, 436.
Roßmäßler 75.
Ross 162.
Rosypal 479.
Roubaud 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 252, 268, 269.
Rudnew 61, 96.
Rukavishnikov 489, 507.

S.

Saalas 645, 652, 657.
Sambursky 549.
Sampaio de Azevedo 187, 436.
Sanderson 2, 25, 98, 452.
San Felice 292.
Schäffle 386.
Schedl 29, 143, 519, 520, 654.
Scheidter 254, 263, 294, 333, 338, 339, 373, 384.
Schenkin 24.
Schewket, Raschid 507.
Schimitschek 379, 384, 558, 564, 565, 602.
Schiödte 64, 96.
Schiperowitsch 656.
Schlkanovzev 507.
Schlottke 294.
Schmalfuß 437.
Schmidt, E. 310, 330.
Schmidt, M. 326, 330.
Schmiedeknecht 602.
Schoenichen 658.
Schönwiese 333, 384, 564.
Schoute und Swellengrebel 246, 247, 252.
Schüffner 242.
Schütze 510, 511.
Schulze 294, 338, 339.
Schuurmans-Steckhoven 131, 142.
Schwangart 117, 516.
Schwartze 117.
Schwerdtfeger 524, 525, 532.
Sedlaczeck 645, 652.
Seitner 160.
Shelford 2, 11, 23, 25, 166, 168, 172, 184, 535.
Shekera 488, 489, 507.
Schiperovich 379, 384.
Sinitzkii 488, 489, 507.
Sitowski 379, 384.
Skwarra 403, 404, 436.
Smirnow 369, 384.
Snodgrass 518, 653.
Sorauer 330.
Sorauer-Reh 310.
Spangenberg 371, 372, 384.
Spegazzini 187, 400.
Spencer 386.
Spessivtseffs 643, 644, 645, 648, 649, 650, 652.
Spieckermann 118.
Spuler 511.
Ssacharoff 63, 96.
Stark 160.
Steiner 203, 223, 436.
Storkan 99.
Strindberg 117.
Stur 643.
Süchting 190.
Swaine 146, 148, 151, 154.
Swellengrebel 242.

T.

Taschenberg 67, 69, 96.
Thönelt 232, 407, 423.
Tichomiroff 117.
Titschak 50, 437.
Tomaszewski 122, 127, 128, 130.
Tompson 162.
Trägårdh 652.
Trägårdh und Butovitsch 644, 652.

Trägardt 372, 384.
Trappmann 327, 330.
Tretl 645.
Tscherkunoff 63, 96.
Tschermak 568, 602.
Tuleschkov 97, 543, 597, 602.

U.

Uvarov 2, 25, 45, 46, 50, 166, 168, 184, 535.

V.

Vappula 657.
Vasilevskii 507.
Verson 117, 294.
Vetters 567, 602.
Viereck 148.
Voelker 28.
Volterro 517, 518.
Voute A. D. 1, 165, 184.

W.

Wachtl 565, 566, 569, 577, 582, 585, 592, 593, 595, 596, 599, 602.
Wahl 507.
Wally 148.
Wardle 518.
Wasmann 428, 514.
Weber 283, 294, 534, 557, 657.
Wehmer 50.
Weldon 517.
Wellenstein 431, 534
Westwood 68, 96.
Weyer 242, 252.
Weyrauch 199, 200, 209, 218, 219, 224, 230, 232, 436.
Wheeler 187, 193, 199, 214, 218, 386, 390, 397, 399, 400, 404, 407, 412, 421, 436, 414.
Wille 186, 396, 397, 398, 401, 436.
Wimmer-Fürst 65, 96.
Wolff-Krauße 557.
Wood 511.

X.

Xambeu 64, 96.

Y.

Yule 517.

Z.

Zacher 27, 33, 50, 350, 372, 384, 604, 608, 612, 614, 618, 621, 622.
Zacher und Kunike 604.
Zenker 292.
Zernik 438.
Zikan 118.
Zillig 330.
Zimmermann 648.
Zistler 473, 507.
Zumpt 468.
Zwerezom-Zubowskii 507.
Zwölfer 2, 3, 4, 5, 25, 28, 46, 50, 98, 117, 167, 184, 274, 333, 334, 374, 384, 452, 459, 462, 507, 516, 535, 536, 538, 540, 557, 575, 653.

Sachregister.

A.

abietinus N. 563.
abietis A. 558.
abietis H. 425.
Acromyrmex disciger Mayr. 391, 400.
— heyeri For. 400.
— lundi Guer. 400.
— Mayr. 193, 386.
— niger F. Sm. 396.
— striatus (Moellerius) Rog. 397.
— subterraneus For. 391.
— versicolor Perg. 219.
adjunctus C. 270.
Aegopodium padagraria L. 454.
aesopi Gir. 634.
affinis A. 513.
affinis V. 192.
Agria affinis Fall. 513.
Agrilus biguttatus 92.
— viridis L. 558.
Agriotes lineatus L. 468.
Agrotis orthogonia Morr. 149.
— praecox 327.
— pronuba 326.
— segetum Schiff. 453.
album C. 454.
Allopheidole 210.
Alnus glutinosa und incana 281.
Amelanchier canadensis 632.
amelanchieris M. 632.
ametinus I. 559.
amoena Rh. 87.
Angitia chrysosticta Gmel. 586.
ani C. 192.
Anilastus coxalis Brischke 586.
Anisandrus dispar F. 558.
annulator I. 270.
Anobium abietis F. 558.
Anomala aenea 326.
Anopheles 140.
— maculipennis 242.
antiqua H. 150.
anxia L. 150.
Apate capucina 73.
Apenteles sp. 586.
Aphis fabae Scop. 465.
— saliceti Kalt. 564.
Arachis hypogeaea 28.
armigera M. 509.
Armigeres 140.
Artemisia 459.
arvensis L. 360.
Asparagus 326.
Aspidiotus perniciosus Comst. 151.
Asthenia pygmaeana Hb. 561.
Asynacta Förster 643.
Atractodes compressus Thoms. 513.
Atta cephalotes L. 186.
— mexicana F. Sm. 403.
— sexdens L. 185, 385, 400, 437.
— texana Buckl. 194, 397.
— vollenweideri For. 194, 400.
auricularia F. 153.
autographus D. 558.

B.

Banchus femoralis Thoms. 270, 562.
Berichtigung 164, 520.
bivittatus M. 149.
Bombyx mori 99.
Bothynoderes punctiventris Germ. 463.
Botrytis tenella Soc. 88.
Braconidae 590.
brassicae M. 467.
brassicae P. 118.
brevicornis D. 151.
brevicornis H. 586.
Bromatia 399.
bruceata R. 151.
Bruchus obtectus Say. 26.
brunneicornis H. 586.
Bucculatrix canadensisella 152.
buoliana R. 152.
Bupalus piniarius L. 561.

C.

Cacoecia fumiferana Clm. 152.
— murinana Hübn. 512, 561, 565.
— piceana L. 586.
Calandra granaria 603.
Calliptanus italicus 466.
Callosobruchus 45.
camelus X. 563.
Camnula pellucida Scud. 149.
Camponotus rufipes (Fabr.) Mayr. 440.
Camponotus 209.
Campoplex adjunctus Först. 270.
Caradrina exiqua Hb. 468.

carbonarius E. 87.
Cardiophaidole 210.
cardui P. 467.
Carica 191.
Carphoborus minimus F. 558.
carpini S. 560.
Carpocapsa pomonella 153.
Cathartidae 192.
castaneum T. 560.
causa damni 296.
Cavia porcellus L. 191.
cayana 192.
Ceccionii C. 564.
cembrae I. 559.
Cenopodiaceae 459.
Cenopodium album L. 454.
cephalotes A. 186.
Cephus cinctus Nort. 149.
Cerambycidae 46.
Cerambyx cerdo L. 61.
— heros Fabr. 61.
— heros Scopp. 61.
— scopolii Laich. 64, 92.
— velutinus Br. 63.
Ceratopheidole 210.
Ceratostomella ulmi 509.
cerdo C. 61.
Ceromasia inclusa Htg. 270.
Ceromasia nigripes Fall. 270.
Chaetostricha (Kryg. not. Hal.) 633.
Chalcididae 87, 590.
chalcographus P. 560.
Chermes picae Rtzb. 152.
choliba O. 192.
Chromoderus fasciatus Müll. 468.
Chrysocharis spe. 586.
Chrysops 131.
Chrysops dispar 133.
— fasciatus 133.
— fixissima 133.
— flaviventris 133.
chrysosticta A. 586.
Cicer arietinum 27, 28, 29, 32, 36.
Cinara Ceccionii Del Guerc. 564.
— (Lachnus) laricis 564.
— pini L. 564.
cinctus C. 149.
cingulatorius E. 562.
circumflecum E. 270.
clandestinus Hlmgr. 270.
clavata Rh. 87.
Cleonus piger Scop. 468.
Cleridae 88.
Clerus formicarius L. 558.
Clytus lama Muls. 558.
Cnaphalodes strobilobius 272.
Coccinella bipunctata 300.
— septempunctata 300.
Coccus coccus 88.
Cochlidion limacodes 285.
Coëndu villosus F. Cuv. 191.
coffae St. 432.
Coleophora laricella Hb. 152, 272, 562.
Coleoptera 558, 588.
Colobopsis 209.
Colocampa exoleta 326.
communis P. 191.
compressus A. 513.
conditio damni 296.
corvina M. 271.
coryli L. 151.
cothurnatus P. 270.
coxalis A. 586.
Cracidae 192.
Cremastus ornatus Szepl. 586.
Criocephalus rusticus L. 558.
Crioceris 295.
Crotophaga ani L. 192.
cruciferae P. 468.
Cryptococcus fagi 152.
Ctenocephalus 140.
Culex pipiens 242.
cunicularius H. 643.
Cydia molesta Bush. 151.
Cydia pomonella L. 151.
Cyphomyrmex turrifex Wheel. 407.
cypriota Now. 634.

D.

daedalea Kirchn. 634.
Dasychira pudibunda L. 98, 512.
Dasypus novemcinctus L. 191.
declinata N. 392.
Degeria M. 585.
dendipes M. 270.
Dendroctonus brevicornis Lec. 151.
— micans 649.
— monticolae Hopk. 152.
— piceaperda 152.
— pseudotsugae Hopk. 152.
Dendrolimus pini 97, 353, 364, 528, 589.
detrita O. 562.
Deutscher Pflanzenschutzdienst 329.
Dexodes 586.
Dichonia convergens 99.
Didephis marsupialis aurita Wied. 191.
diniana S. 512.
Diplostichus janithrix Htg. 270.
Diprion (Lophyrus) pini L. 331.
— polytomum Htg. 152.
Diptera 563. 591.
disciger A. 391.
dispar A. 558.
dorsivittata M. 193.
Dorylinen 186.
Dryocoetes autographus 558.
Ductus receptaculi 412.

E.

Eggeria fasciata Egg. 271.
Einzelreferate 161, 517, 653.
Elachertus spe. 586.
Ellopia fiscellaria Hbn. 152.
— somniaria 152.
ensifer A. 509.
Ephestia Kühniella Zell. 1, 165.

Ephialtes carbonarius Grav. 87.
— tuberculatus Ton. 87.
Epiblema proximana Hw. 510.
— tedella Ch. 510.
Erichsoni 563.
Eriocampa ovata 293.
Eriosoma lanigerum Hausm. 151.
Ervum lens 27, 28, 32.
Erycia 271.
Eucosoma ocellana Schiff. 151.
Euproctis chrysorrhoea 97.
Eurytoma amygdali 633.
— parva 632.
Euxoa puta Hb. 467.
evonymella H. 562.
examinator P. 586.
exclamationis L. 467.
Exenterus cingulatorius Holmgr. 562.
— marginatorius F. 270.
exiqua C. 468.
Exochilum circumflexum L. 270.

F.

fabae A. 465.
fasceatus C. 468.
fasciata E. 271.
fasciatipennis Gir. 634.
faveszens O. 191.
femoralis B. 270, 562.
fenestratus 265.
figulus T. 563.
fiscellaria E. 152.
flammea P. 513. 562.
flavimanus Ph. 513.
flavus 194.
Forficula auricularia L. 153.
formicarius C. 558.
Formica rufa 223.
formosa Now. (pulchra Kryg. not Gir.) 634.
fruterorum L. 254, 270.
fugax P. 585.
fulgurans M. 270.
fulva P. 429.
fumator P. 513.
fumiferana C. 152.
Furnariidae 192.
fuscipennis M. 270.
fuscum T. 560.

G.

Gabrieli T. 561.
glabratus H. 559.
gladioli T. 150.
Glandulae receptaculi 412.
Glycine hispida 27, 28, 29, 30, 32.
Glypta resinana Htg. var. nigrina Des. 590.
Gorgylidia 399.
gongylophora R. 400.
Graphium ulmi Schwarz 508,
Grison furax Thos. 191.
grotiusi Gir. 634.
Gryllotalpa vulgaris 327.
gryvoga Rond. 271.

H.

Habrobracon brevicornis Wesm. 586.
Haematopinus 140.
Haematopota 131.
— cingulata 134.
— irrorata 134.
— pungens 134.
Haltica oleracea L. 468.
Hammaticheros heros Merer 61.
Harpium inquisitor L. 559.
harzyniae P. 560.
Hemiderma perspicillata L 192.
Hemimasicera vicina Zett. 271.
Hemipenthes morio 513.
Henicospilus merdarius Grav. 270.
Hennerophila pariana Clerk. 151.
hercyniae L. 512.
heros C. 61.
— H. 61.
Herpestomonus brunneicornis Grav. 586.
Heterodera Schachtii 465.
Heterogenea asella 285.
heyeri A. 400.
Histiogaster carpio 88.
Holocremnus macellator Thunbg. 270
— sordidellus Holmgr. 586.
— sp. 270.
Hylastes cunicularius Er. 643.
Hylemyia antiqua Meig. 150.
Hylesinus fraxini 645.
— piniperda 644.
Hylobius 272
Hylobius abietis L. 425, 645.
Hyloicus pinastri L. 562.
Hylurgops glabratus Zetterst. 559.
— palliatus Gyll. 559.
Hymenoptera 562.
Hyoscyami niger 466.
hyoscyami P. 466.
hypogastricus N. 282.
Hyponomeuta evonymella L. 562.
Hypopta caestrum 327.
Hysantyx impressus Grav. 270.

I.

Ichneumon annulator F. 270.
— varipes Grav. 586.
— impressus H. 270.
— inclusa C. 270.
— inquisitor H. 559.
— insititia P. 641.
Ips amitinus Eichh. 559.
— cembrae Heer. 559.
— typographus L. 559.
Isosoma inquilinum 632.
— rossicum 635.

J.

janithrix D. 270.

K.

Kaempferi 272.
Kirschi S. 509.

Kleine Mitteilungen 508.
Kühniella E. 1, 165.

L.

Laburnum vulgare 28.
Lachnosterna anxia Lec. 150.
Lachnus Neubergi Arnhart 564.
— sp 564.
— tomentosus de Geer. 564.
Lacon murinus L. 468.
laevis S. 509.
lama C. 558.
Lamachus fruterorum Htg. 270.
— lophyrorum Htg. 270.
lanigerum E. 151.
laricella C. 562.
Laricis 255.
laricis C. 564.
— L. 272.
Larix decidua 272.
Lasius flavus F. 197.
Laspeyresia strobilella L. 562.
Lathyrus sativus 27, 28. 36.
lavarum T. 564.
Lecanium coryli L. 151.
Lepidoptera 561, 588.
leteus O. 513.
leucarthros N. 586.
lineatus A. 468.
Lissimas 131.
Locellina mazzuchii Speg. 400.
longicollis X. 563.
lophyrorum L. 270.
Lophyrus 254.
Lophyrus frutetorum 254, 255.
— hercyniae Hrtg. 512.
— laricis 254.
— memoralis 254.
— pini 254.
— sertifer Geofr. 512, 562.
— similis 254.
— virens 254.
Loxostege sticticalis L. 453.
Ludius aeripennis cinctus Lec. 149.
lundi A. 400.
Lupinus luteus 28, 32.
luridiventris P. 281.
Lyda arvensis Panz. 360.
Lygaeonematus laricis Htg. 272.
— erichsoni 152.
— waesmaeli Tischb. 272.
Lygus pratensis L. 150.
Lymantria dispar 97, 459.
— monacha 97, 459.
— monacha L. 512, 534.

M.

Mabuya dorsivittata Cope 193.
macellator H. 270.
macroura 192.
maculator P. 585, 586.
maculosa N. 586.
Magdalis armigera Geoffr. 509.
Malacosoma neustria 97.
mali S. 560.
Mamestra brassicae L. 467.
— oleracea 326.
marganatorius E. 270.
marilandia Gir. 634.
marsupialis D. 191.
Mayetiola destructur 149.
mazzuchii L. 400.
Megaselia ruficornis Meig. 271.
Megastigmus amelanchieris Chusm. 632.
Melanoplus bivittatus Say 149.
— femur-rubrum DeG. 149.
— mexicanus Sauss. 149.
— spretus Uhler 540.
merdarius H. 270.
Mesochorus fulgurans Curt. 270.
— silvarum Curt. 513.
Meteorus scutellator Nees., var. unicolor Wesm. 590.
Meteorus spe. 586.
mexicana A. 403.
mexicanus M. 149.
Microcryptus murinanae Fahringer 586.
Microplectron fuscipennis Zett. 270.
micrura X. 400.
minimus C. 558.
minor M. 560.
Moellerius For. 193, 219.
molesta C. 151.
monacha L. 512, 534.
monilicornis P. 563.
Monochamus galloprovincialis 645.
— sartor F. 560.
— sutor L. 560.
Monodontomerus dentipes F. 270.
monticolae D. 152.
multistriatus S. 509.
murinana C. 512, 561, 565.
murinanae M. 586.
murinus L. 468.
Musca corvina Fabr. 271.
mushroom garden 394.
Mussi P. 589.
Mycetosoritis 231.
Myelophylus minor Htg. 560, 645.
— piniperda 645.
Myexorista grisella 586.
Myrmica rubra L. 387.

N.

Nasua rufa 191.
Necremnus leucarthros Thoms. 586.
Nematinus alnivorus 282.
Nematus abietinus Christ. 563.
— Erichsoni Htg. 563.
— hypogastricus Klug. 282.
Nemoralis 254.
Nemorilla maculosa Meig. 586.
nemorum P. 468.
Neobolbodimyia 151.
Neodiprion spe. 152.
Neodohrniphora declinata Borgm. 392.

Neubergi L. 564.
Neue Literatur 659.
niger A 396.
nigripes C. 270.
noctilio P. 563.
notatus P. 560.
novemcinctus D. 191.
Nyctidromus albicollis derbyanis Gould. 192.

O.

obscurus L. 468.
obtectus B. 26.
ocellana E. 151.
Ocneria detritta Esp. 562.
oleracea H. 468.
Operariae maximae 199.
— mediae 199.
— minimae 199.
Ophion leteus L. 513.
ornatus C. 586.
Ornithodorus 140.
orthogonia A. 149,
Orthosia macilenta 99.
— pistracina 99.
Oryzomys flaveszens Waterhouse 191.
Osylla pyricola Först. 151.
Otus choliba Vieill. 192.
Oviductus communis 412.

P.

padagraria A. 454.
palliatus H. 559.
Panelas bras. 227.
Panolis flammea Schiff. 459, 513, 562.
Panzeria rudis Fall. 563.
Parasetigena segretata Rond. 357, 513, 527.
pariana H. 151.
Passaloecus monilicornis Dahlb. var. Dahlbomi 563.
Paururus noctilio F. 563.
pectinicornis P. 560.
Pegomya hyoscyami Sp. 466.
pellucida C. 149.
Penelope sp. 192.
Penicillium brivicaule 88.
perniciosus A. 151.
Peronia variana Ferm. 152.
perspicillata H. 192.
persuasoria Rh. 87.
Phaeogenes scutellaris Wesm. 586
Phaseolus multiflorus 27, 28, 30, 36.
— vulgaris 27, 28, 32, 36.
Pheidolo 209.
Pheidologetan 199.
Philopedon plagiatus 326.
Phorbia brassicae Bché. 118.
Phtorimaea spec 468.
Phygadeuon flavimanus Grav. 513.
— fumator Grav. 513
— variabilis Grav. 513.
Phyllopertha horticola 326.
Phyllotreta cruciferae Golz. 468.
— nemorum L. 468.
Phytodictus segmentator Grav. 586.
Piaya 192.
piceae P. 560.
piceana C. 586.
Picromerus bidens 278.
Pieris brassicae 460, 467.
Piesma quadrata Fieb. 466.
piger C. 468.
Pimpla examinator F. 586.
— maculator F. 585, 586, 588.
— Mussi Hartig 589.
— pictipes Grav. 586.
— quadridentata Thoms. 586.
— rufata Gmel. 586, 588.
— scanica Grav. 585.
pinastri H. 562.
— S 521.
Pini 256.
piniarius B. 561.
pini C. 564.
— L. 331, 364.
— Pt. 590.
Piptadenia communis Benth. 191.
piricola O. 151.
Pissodes harziniae Hbst. 560.
— notatus F. 560.
— piceae Ill. 560.
— strobi 152.
Pisum sativum 27, 29, 32, 36.
Pityogenes chalcographus L. 560.
— quadridens Hartig. 560.
Platycampas dublex 280.
— luridiventris Fall. 281.
Platylabus cothurnatus Grav. 270.
Platyparea pocciloptera 295.
Plectiscus subcurvatus Först. 586.
plutella Gir. 661.
Polyblastus westringi Helmgr. 278.
Polychrosis viteana Chlem. 151.
Polyphilla spec. 468.
Polyplastus spec. 270.
polytomum D. 152.
pomonella C. 151.
— R. 151.
porcellus C. 191.
pratensis L. 150.
Prenolepis fulva Mayr. 429.
Prodenia 165.
— littoralis 460.
Prosopaca fugax Rond. 585.
Prosopodes 585.
proximana E. 510.
pseudotsugae D. 152.
Pteleobius Kraatzi Eichh. 509.
— vittatus F 509, 560.
Pteromalus pini Htg. 590.
Ptilinis pectinicornis L. 560.
Ptychomyia selecta Maig. 278, 591.
pudibunda D. 512.
punctata S 509, 560.
punctiventris B. 463.
Pupa libera 199.
puta E. 467.

pygmaeana A. 561.
pygmaeus S. 509.
Pyrameis cardui L. 467.

Q.

quadrata P. 466.
quadridens P. 560.
quadridentata P. 586.
quadrimaculatus 45.

R.

Rachela bruceata Hulst. 151.
Räuber 591.
Receptaculum seminis 412.
Referate 517.
resinana G. 590.
Rhagoletis pomonella Walsh. 151.
Rhynchota 564.
Rhyssa amoena Fbr. 87.
— clavata Fabr. 87.
— persuasoria Gr. 87.
Rhytacinum buoliana Schiff. 152.
rosaceana T. 151.
Rozites gongylophora Möller 400.
rubra M. 387.
rufata P. 586.
ruficornis M. 271.
rufimitrana St. 566.
rufipes C. 440.
rusticus C. 558.

S.

Saatzuchtanstalt 330.
saliceti A. 564.
salicis St. 562.
Samia cecropia 99.
Saperda punctata L. 509, 560.
sartor M. 560.
scanica P. 585.
Scolytus affinis 509.
— carpini Ratzbg. 560.
— ensifer Eichh. 509.
— Kirschi Scal. 509.
— laevis Chap. 509.
— mali Bechst. 560.
— multistriatus Marsh. 509.
— pygmaeus F. 509.
— scolytus F. 509.
— silcifrons 509.
— triarmatus Egg. 509.
scolytus S. 509.
scopolii C. 64.
scurra Gir. 634.
scutellaris P. 586.
scutellator M. 590.
scutulatus Z. 270.
segetum A. 453.
segmentator Ph. 586
segretata P. 357, 513, 527.
selecta P. 591.
Semasia diniana Gu. 512.
sertifer L. 512, 562.
sexdens A. 185, 385.
silvarum M. 513.
similis 254
Societas entomoligica 602.
sordidellus H. 586.
Sozius 254.
Sphinx pinastri L. 521.
spretus M. 540.
staniforthi Westw. 634.
Steganoptycha rufimitrana H. S., 566.
Stegomyia 140.
Stephanoderes coffae Hag. 432.
sticticalis L. 453.
Stilpnotia salicis L. 98, 152, 562.
Stomoxys 140.
striatus A. 397.
strobilella L. 562.
subcurvatus P. 586.
subterraneus A. 391.
sutor M. 560.
symthiesi C. 210.
Syntomaspis amelanchieris 632.
— druparum 635.
— eurytomae nov. sp. 631.

T.

Tabanus 131.
Tabanus aurisparsus 135.
— brunnipes 133.
— ceylonicus 132.
— flavivittatus 133.
— flovothorax 133.
— fumifer 132.
— immanis 132.
— incultus 133.
— malayensis 132.
— minimus 132.
— obtatus 132.
— rubidus 132.
— rufiventris 132.
— striatus 132.
— tristis 133.
Tachina lavarum L. 513, 564.
Taeniotrips gladioli Moult. 150.
Tarsonemus pallidus 150.
tedella E. 510.
teguixin T. 193.
tenella B. 88.
terra firma 213.
terra fófa 213.
Tetrastichus atrocoeruleus 301.
Tetropium castaneum L. 560.
— fuscum F. 560.
— Gabrieli Weise 561.
texani A. 194.
Tiphaceen 191.
tomentosus L. 564.
Tortrix rosaceana Hors. 151.
Trachymyrmex 231, 407.
triarmatus S 509.
Tribus Attini F. Sm. 193.
Tricholyga sorbillans 513.
Trypoxylon figulus L. 563.
tuberculatus E. 87.

Tupinambis teguixin L. 193.
turrifex C. 407.
Tynandrichus ruduivi 87.
typographus I. 559.

U.

ulmi G. 508.

V.

Valgus hemipterus 73.
variabilis Ph. 513.
variana P. 152.
varipes I. 586.
velutinus C. 63.
Veniliornis affinis Swains. 192.
versicolor A. 219.
villosus C. 191.
Virens 254.
viridis A. 558.
viteana P. 151.
Vitia faba 27, 28, 30, 32.
— sativa 28, 30, 32.
vittatus P. 509, 560.
vollenweideri A. 194.

W.

wesmaeli L. 272.
westringi P. 278.

X.

Xiphydria camelus L. 563.
— longicollis Goeffr. 563.
Xylaria micrura Speg. 400
Xyleborus 73.
Xysticus viaticus 271.

Z.

Zemiophorus scutulatus Htg. 270.

IMP. INST. ENT.
— LIBRARY —
27 JUN 1935

BAND XXII HEFT 1 JUNI 1935

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

MIT 47 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XXII ***Heft 1*** *S. 1—164 Bln. 1935*

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Die Eientwicklung der Mehlmotte, *Ephestia Kühniella* Zell., bei konstanten und schwankenden Temperaturen. Teil I. Von A. D. Voûte. (Mit 10 Abbildungen.) 1

Observations on the Biology of *Bruchus obtectus* Say, with Special Reference to the Nutritional Factors. By G. M. Herford. (With 3 diagrams and 2 illustrations.) 26

Vorratspflege in Maikäferrevieren. Von Puster, Oberforstmeister i. R., Kandel . . 51

Der große Eichenbock, *Cerambyx cerdo* L., seine Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung. Von D. F. Rudnew, Kiew. (Mit 14 Abbildungen und 3 Kurventafeln.) 61

Über Ursachen der Überwinterung der *Lymantria dispar*, *L. monacha* und anderer Lymantriiden im Eistadium. Von Kristo Tuleschkov, Sofia. (Mit 11 Abbildungen.) 97

Beitrag zur Bekämpfung der Kohlfliege (*Phorbia brassicae* Bché.) durch flüssige und streufähige Mittel. Von Abt.-Vorsteher Dr. H. Gasow, Münster i. W. (Mit 3 Abbildungen.) 118

Über die Verbreitung von Tabaniden in Niederländisch-Indien und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Von Dr. Otto Nieschulz (Utrecht) 131

Die Organisation des entomologischen Dienstes in Kanada. Von K. E. Schedl, München 143

Die Borkenkäfer und ihre Standpflanzen. (Bemerkungen und Nachträge zu dem gleichnamigen Aufsatz von Kleine.) Von A. Pfeffer, Prag 157

Referate.

Einzelreferate 161

Personalia.

Dr. Dr. h. c. Arthur Georgi 70 Jahre! 163

Berichtigung 164

Autoren- und Sachregister.

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 32.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen zum Preise von i. Sa. etwa 52,— Rm.

Einbanddecke je Band Rm. 2,20.

BAND XXII HEFT 2 JULI 1935

E & A

IMP. INST. ENT.
LIBRARY
- 6 JUL 1935
Eu. 240

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

MIT 78 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XXII Heft 2 S. 165—330 Bln. 1935

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Die Eientwicklung der Mehlmotte, *Ephestia Kühniella* Zell., bei konstanten und schwankenden Temperaturen. Teil II. Von A. D. Voûte 165

Zur Kenntnis der Blattschneiderameise *Atta sexdens* L., insbesondere ihrer Ökologie. Von H. Eidmann, Hann. Münden. (Mit 45 Abbildungen.) Teil I 185

Beitrag zur Rassenfrage bei *Culex pipiens*. Von Dr. A. de Buck 242

Beiträge zur Naturgeschichte der Blattwespen. Von C. S. Hsin (Hsin Chu-Sieh). (Mit 18 Abbildungen und 5 Diagrammen.) 253

Die Bekämpfung der tierischen Spargelschädlinge. Von Max Dingler (Gießen). (Mit 10 Abbildungen) 295

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 32.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen zum Preise von i. Sa. etwa 52,— Rm.

Einbanddecke je Band Rm. 2,20.

E&A

BAND XXII HEFT 3 SEPTEMBER 1935

IMP. INST. ENT.
— LIBRARY —
- 5 OCT 1935
SERIAL
SEPARATE
Ent. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

MIT 30 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XXII Heft 3 S. 331—520 Bln. 1935

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf die Entwicklung von *Diprion (Lophyrus) pini* L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels. Von Karl Gößwald. (Mit 7 Abbildungen.) 331

Zur Kenntnis der Blattschneiderameise *Atta sexdens* L., insbesondere ihrer Ökologie. Von H. Eidmann, Hann.-Münden. (Mit 45 Abbildungen.) Teil II 385

Empfindlichkeit der Blattschneiderameise, *Atta sexdens* L., gegen Giftgase. Von Hans Schmalfuß. (Mit 3 Abbildungen.) 437

Zur Frage nach dem Temperaturoptimum des Lebens. V. Über die Beziehung der Entwicklungsgeschwindigkeit zum vitalen Optimum bei Insekten. Von I. W. Kozhantschikow, Leningrad 452

Zur Kenntnis des Rübenrüsselkäfers (*Bothynoderes punctiventris* Germ.) in der Türkei. Von Fritz Eckstein, Hamburg. (Mit 19 Abbildungen.) 463

Kleine Mitteilungen.

Ein Beitrag zum Studium des Ulmensterbens in der Tschechoslowakei 508

Über die beiden Nadelholzwickler *Epiblema tedella* Cl. und *proximana* Hw. . . 510

Parasitenzuchten der Staatlichen Versuchsanstalt für Forstschutz in Prag 511

Personalia.

W. M. Wheeler zum 70. Geburtstag. Von H. Eidmann, Hann.-Münden 514

William Baer 17. April 1867 bis 16. September 1934. Von Zwölfer, München . 516

Referate.

Einzelreferate 517

Berichtigung 520

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 32.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen zum Preise von i. Sa. etwa 52,— Rm.

Einbanddecke je Band Rm. 2,20.

E&A

BAND XXII HEFT 4 JANUAR 1936

IMP. INST. ENT.
— LIBRARY —
13 FEB 1936
SERIAL
SEPARATE
En-270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

MIT 36 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XXII Heft 4 S. 521—682 Bln. 1936

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Zur Frage nach der Abhängigkeit der Entwicklung des Kiefernschwärmers *Sphinx pinastri* L. von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Von Karl Gößwald. (Mit 1 Abbildung.) 521

Zur Kenntnis der Temperaturabhängigkeit der Nonne (*Lymantria monacha* L.) (Vitale Zone, Aktivitätsschwellen usw. der Entwicklungsstadien.) Von Forstassessor Frhr. v. Arnim, Hann.-Münden. (Mit 2 Abbildungen.) 533

Ergebnisse von Parasitenzuchten. Von Erwin Schimitschek 558

Das Massenauftreten des Tannentriebwicklers *Cacoecia murinana* Hb. in Niederösterreich 1929—1934. Von Erwin Schimitschek. (Mit 16 Abbildungen.) . 565

Versuche zur Bekämpfung des Kornkäfers mit Staubmitteln. Von B. Germar. (Mit 9 Abbildungen.) 603

Syntomaspis eurytomae nov. sp., eine Chalcide mit gemischter Ernährung im Larvenstadium. Von E. W. Puzanova-Malysheva. (Mit 8 Abbildungen.) . . . 631

Der schwarze Fichtenbastkäfer, *Hylastes cunicularius* Er. Von Karl Eckstein, Eberswalde 643

Referate.

Einzelreferate 653

Neue Literatur.

Eingesandte Literatur 659

Autorenregister 672

Sachregister 676

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 32.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen zum Preise von i. Sa. etwa 52,— Rm.

Einbanddecke je Band Rm. 2,20.